

**Міністерство освіти і науки України**

**Тернопільський національний технічний університет  
імені Івана Пулюя**

**Кафедра технічної механіки, сільськогосподарських машин і  
транспортних технологій**

**Хомик Надія      Довбуш Анатолій**

# **МАШИНИ ТА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ТВАРИННИЦТВА**

**КУРС ЛЕКЦІЙ  
Частина 2**

**Тернопіль  
2013**

**УДК 631.22(075)**

**ББК 40.715**

**X76**

**X76** Хомик Н.І. Машины та обладнання для тваринництва: курс лекцій. Ч. 2 / Хомик Н.І., Довбуш А.Д. – Тернопіль: Видавництво ТНТУ, 2013. – 224с.

Пропонований курс лекцій розроблено відповідно до програми навчальної дисципліни для студентів спеціальності «Машины та обладнання сільськогосподарського виробництва» напряму підготовки «Машинобудування». Рекомендовано й для широкого кола читачів.

Розглянуто й затверджено на засіданні кафедри технічної механіки і сільськогосподарського машинобудування, протокол № 1 від 29.08.2013.

Схвалено й рекомендовано до друку на засіданні методичної комісії факультету машинобудування та харчових технологій, протокол № 1 від 05.09.2013.

Автори: доцент *Хомик Н.І.*, старший викладач *Довбуш А.Д.*

Рецензент: *Чурсінов Ю.О.*, доктор технічних наук, професор  
(Дніпропетровський державний аграрний університет).

Відповідальна за випуск *Хомик Н.І.*

Видання присвячую своїм батькам – Ігорю та Марії.

# ЗМІСТ

стр.

<b>Лекція 17. МАШИНИ ТА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВИДАЛЕННЯ ГНОЮ</b>	6
17.1. Фізико-механічні властивості гною	7
17.2. Класифікація засобів видалення гною	8
17.3. Механічні засоби видалення гною	10
17.4. Гідравлічні системи видалення гною	13
<b>Лекція 18. МАШИНИ ТА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ УТИЛІЗАЦІЇ ГНОЮ</b>	15
18.1. Будова і типи гноєсховищ	16
18.2. Способи переробки гною	17
18.3. Обладнання для обробки та утилізації гною	20
18.4. Використання гною як сировини для отримання біогазу	27
18.5. Різновиди будови біогазових генераторів	28
<b>Лекція 19. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗРАХУНОК ЗАСОБІВ ВИДАЛЕННЯ ГНОЮ</b>	29
19.1. Розрахунок середньодобового і річного виходу гною	30
19.2. Розрахунок мобільних засобів видалення гною	31
19.3. Розрахунок скребкових транспортерів колової дії	32
19.4. Розрахунок скреперних установок	37
19.5. Розрахунок гідравлічного способу видалення рідкого гною	40
19.6. Розрахунок кількості транспортних засобів для транспортування гною	42
<b>Лекція 20. МІКРОКЛІМАТ ТВАРИННИЦЬКИХ ПРИМІЩЕНЬ ТА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ЙОГО ПІДТРИМАННЯ</b>	44
20.1. Фактори мікроклімату тваринницьких приміщень	45
20.2. Джерела забруднення тваринницьких приміщень	47
20.3. Типи вентиляційних пристроїв	48
20.4. Розрахунок повітрообміну тваринницьких приміщень	51
20.5. Розрахунок природної вентиляції	53
20.6. Розрахунок штучної вентиляції	57
20.7. Нагрівання припливного повітря	59
20.8. Освітлення тваринницьких приміщень	60
20.9. Обладнання для забезпечення мікроклімату	62

<b>Лекція 21. МАШИНИ ТА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВОДОПОСТАЧАННЯ ТВАРИННИЦЬКИХ ФЕРМ І НАПУВАННЯ ТВАРИН</b>	66
21.1. Джерела води і схеми механізованого водопостачання тваринницьких ферм і комплексів	67
21.2. Водозабірні споруди і водопідйомники	70
21.3. Насосні станції, напірно-регулювальні споруди й водопроводи	74
21.4. Механізація напування тварин і птиці	78
<b>Лекція 22. МАШИНИ ТА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ДОЇННЯ КОРІВ</b>	84
22.1. Технологія машинного доїння	85
22.2. Способи доїння корів. Основні вимоги та правила машинного доїння	86
22.3. Загальна будова доїльної машини	89
22.4. Вакуумні системи доїльних машин	90
22.5. Доїльні апарати, класифікація і будова	91
<b>Лекція 23. МАШИНИ ТА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ДОЇННЯ КОРІВ (закінчення)</b>	104
23.1. Доїльні установки, класифікація і технологічні схеми	105
23.2. Доїння корів у стійлах зі збором молока в молокозбірні бідони	105
23.3. Доїння корів у стійлах зі збором молока у молокопровід	109
23.4. Доїння корів на доїльних майданчиках і в доїльних залах	110
23.5. Доїльні установки для доїння корів у літніх таборах, на пасовищах та малих фермах	115
23.6. Автоматизовані доїльні установки	115
23.7. Роботизовані доїльні установки	117
23.8. Розрахунок машин для доїння корів	120
23.8.1. Розрахунок параметрів машинного доїння корів	120
23.8.2. Визначення параметрів доїльних апаратів	122
23.8.3. Визначення витрати повітря при доїнні	123
23.8.4. Розрахунок продуктивності вакуум-насоса	124
<b>Лекція 24. МАШИНИ ТА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ПЕРВИННОЇ ОБРОБКИ ТА ПЕРЕРОБКИ МОЛОКА</b>	125
24.1. Склад молока та вимоги до його обробки	126
24.2. Технологія первинної обробки молока й вимоги до технологічного обладнання	128
24.3. Обладнання для очищення молока	131
24.4. Обладнання для охолодження молока	136



<b>Лекція 25. МАШИНИ ТА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ПЕРВИННОЇ ОБРОБКИ ТА ПЕРЕРОБКИ МОЛОКА (закінчення)</b>	144
25.1. Обладнання для пастеризації молока	145
25.2. Обладнання для сепарації молока	149
25.3. Елементи розрахунку молочного сепаратора	152
25.4. Визначення критичної кутової швидкості вала барабана сепаратора	156
<b>Лекція 26. МАШИНИ ТА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВІВЧАРСТВА</b>	159
26.1. Особливості утримання та годівлі овець	160
26.2. Вимоги до забудови вівцеферм	162
26.3. Технологічне обладнання вівчарських ферм	166
26.4. Засоби механізації для стриження овець	168
26.5. Технологічний розрахунок стригального пункту для стриження овець	172
26.6. Розрахунок стригального апарата для стриження овець	173
<b>Лекція 27. МАШИНИ ТА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ПТАХІВНИЦТВА</b>	179
27.1. Способи утримання різних видів птиці	180
27.2. Обладнання для кліткового вирощування й утримання птиці	182
27.3. Обладнання для вирощування й утримання птиці на підлозі	189
27.4. Машини та обладнання для догляду за птицею і для обробки яєць	195
27.5. Інкубатори та інкубація яєць	198
<b>Лекція 28. ТИПИ ТВАРИННИЦЬКИХ І ПТАХІВНИЧИХ ФЕРМ</b>	200
28.1. Класифікація та основні типорозміри тваринницьких підприємств	201
28.2. Вимоги до забудови тваринницьких ферм	205
28.3. Системи та способи утримання тварин і птиці	209
28.4. Обладнання для утримання великої рогатої худоби	214
28.5. Обладнання для утримання свиней	219
<b>ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ</b>	222

## **Лекція 17**

### **МАШИНИ ТА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВИДАЛЕННЯ ГНОЮ**

- 17.1. Фізико-механічні властивості гною.**
- 17.2. Класифікація засобів видалення гною.**
- 17.3. Механічні засоби видалення гною.**
- 17.4. Гідравлічні системи видалення гною.**

### 17.1. Фізико-механічні властивості гною

**Гній** – це складне багатофазне колоїдно-напівдисперсне середовище, яке складається з компонентів органічного (неперетравлені в шлунку тварин частинки корму, загублений корм при годівлі) та мінерального походження (вода, різні солі, гази, мікроорганізми).

**Гній і послід** – це побічний продукт при виробництві продукції тваринництва, використовується як цінне органічне добриво. Використання гною як добрива поєднує дві галузі сільськогосподарського виробництва – рослинництво і тваринництво в єдину біологічну замкнену систему (рис. 17.1).

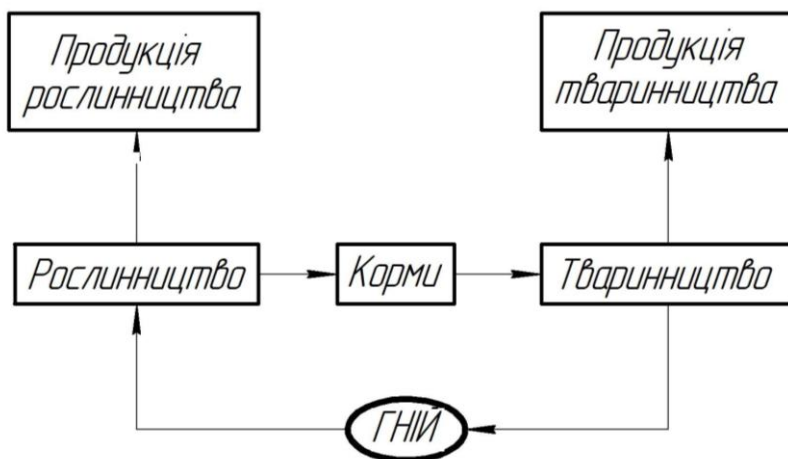


Рисунок 17.1. Біологічна система аграрного виробництва

Гній є продуктом, який негативно впливає на мікроклімат тваринницького приміщення, може спричинити загрозу забруднення навколишнього середовища і бути носієм інфекційних захворювань. Тому в технології виробництва продукції тваринництва передбачені операції прибирання гною в приміщеннях і видалення за їх межі з наступною обробкою гною, спрямованою на знешкодження мікроорганізмів і насіння бур'янів. Обробка гною інколи проводиться для зміни його фізичних властивостей щодо механізації процесу внесення в ґрунт і збагачення його, як добрива, хімічними й органічними добавками.

Тварин утримують на підстилці або без неї. Залежить це від виду тварин, способу утримання, наявності грубих кормів та інших пористих матеріалів (торф, дерев'яні тирси і стружка). При застосуванні підстилки отримують **твердий**, а в інших випадках – **рідкий гній**. Він різниться вологістю. Твердий (вологість до 60%), безпідстилковий напіврідкий – 86...90% води, безпідстилковий рідкий – 95...96% води (вміст поживних речовин у 2...3 рази менший, ніж у напіврідкому гної).

Основні фізико-механічні характеристики гною: склад, вологість, об'ємна маса, коефіцієнт тертя, текучість, в'язкість, опір зсуву тощо. Більшість із цих показників залежить від умісту в ньому вологи. Об'ємна

маса і в'язкість гною (посліду) залежно від його вологості перебуває в межах від 700 до 1300 кг/м<sup>3</sup>.

Коефіцієнт тертя ковзання гною залежить від багатьох факторів: виду підстилки, вологості та питомого тиску. Коефіцієнт тертя ковзання соломистого гною становить (за В.Е. Вейнпом): по металевій поверхні – від 0,7 до 1,3; по дерев'яній – від 0,6 до 1,2; по бетону – від 0,6 до 1,4.

Липкість гною (здатність до налипання на різні поверхні) характеризується величиною зусилля, необхідного для відривання пластики від налиплої на неї маси гною. Залежить, в основному, від вологості гною, досягаючи 400...1300 Па при налипанні на різних площинах. Найбільше значення липкості свіжого гною при вологості 74...83%.

Граничне напруження зсуву і в'язкість залежать від вологості й терміну зберігання гною. Зі збільшенням цих показників значення зсуву і в'язкості зменшуються. При збільшенні вологості гною ВРХ з 89 до 95% його в'язкість і граничне напруження зсуву зменшуються з 2 до 0,2 Па і з 12 до 2 Па відповідно.

Середній розмір частинок чистого гною ВРХ становить 2,6 мм, а свинячого – 0,63...1,24 мм. У рідкому гної ВРХ міститься багато включень від залишків корму, які засмічують решітки підлоги, каналів і порушують нормальну роботу гідро-транспортної системи його видалення.

Свинячий гній має в п'ять разів менше колоїдів, його структура майже в півтора раза слабша за структуру гною ВРХ. Тому в нього значно менше миттєве напруження зсуву і в'язкості. При зменшенні вологості свинячою гною від 94 до 84% в'язкість зростає від 0,2 до 1,6 Па; миттєве напруження зсуву – від 10 до 210 Па.

Отже, фізико-механічні й реологічні властивості гною залежать від системи утримання та виду тварин і впливають на вибір технології його видалення й вибір засобів механізації.

## **17.2. Класифікація засобів видалення гною**

Залежно від способів утримання тварин і птиці, розмірів і будівельно-планувального вирішення ферм (комплексів), фізико-механічних і реологічних властивостей гною та інших умов застосовують три **способи видалення гною: механічний, гідравлічний і комбінований.**

Класифікація гноєзбиральних засобів наведена на рис. 17.2.

**Засоби механізації** для видалення гною за межі приміщення бувають *механічні, гідравлічні та вакуумні.*

Відповідно до технології утримання тварин гноєзбиральні засоби різняться за призначенням: для накопичення і видалення; для транспортування і обробки з метою подальшої утилізації.

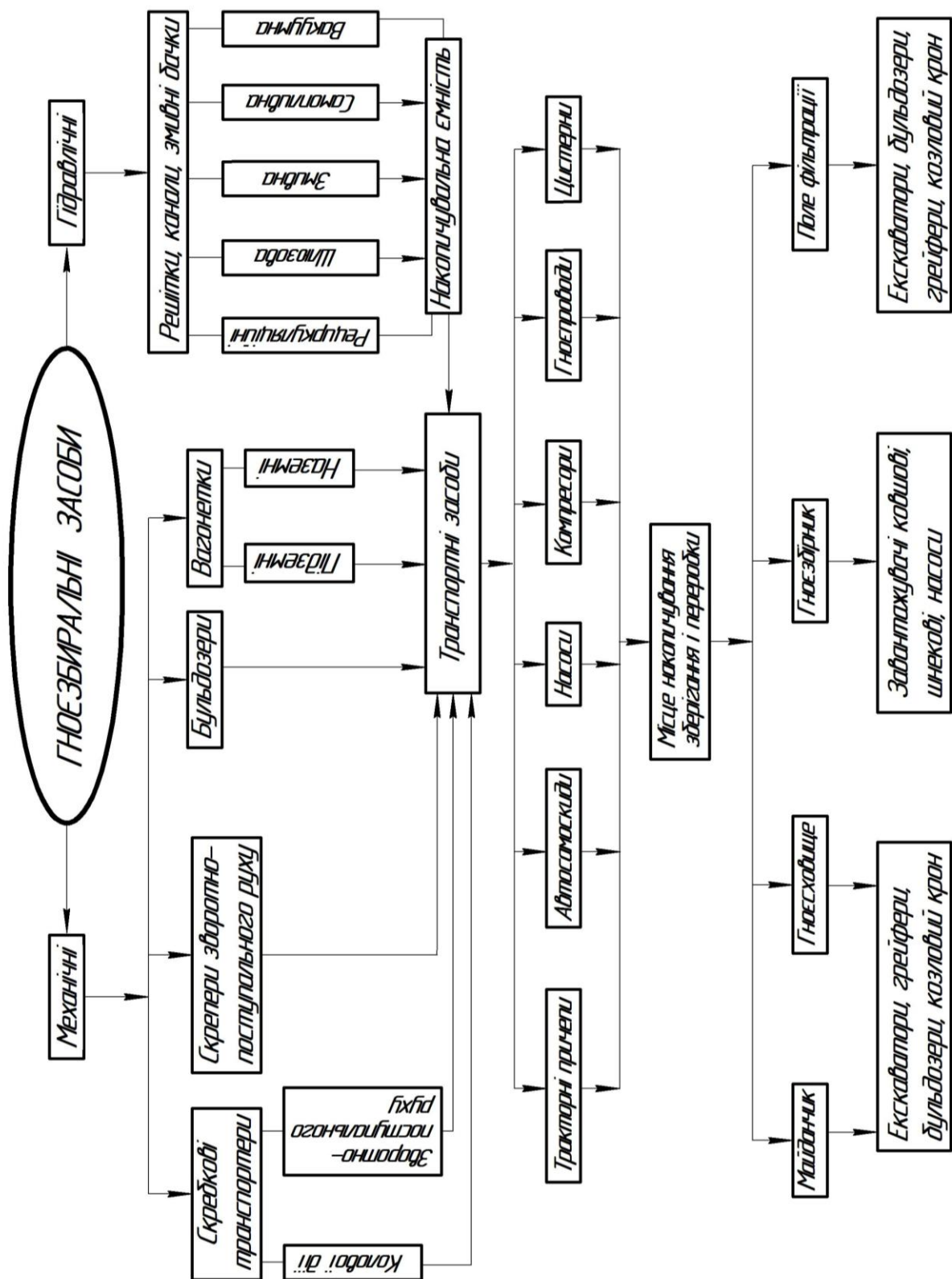


Рисунок 17.2. Класифікація гноєзбиральних засобів

Застосовують засоби механізації для періодичного видалення злежаного гною з корівників при утриманні корів на глибокій незмінній підстилці, для очищення від гною вигулювальних майданчиків, для видалення посліду із пташників.

### **17.3. Механічні засоби для видалення гною**

При механічному способі прибирання гною використовують **мобільні й стаціонарні** технічні засоби. Мобільні – це бульдозери, бульдозерні навіски БН-1, тракторні навантажувачі-бульдозери ПБ-35 і навантажувачі фронтальні перекидні ПФП-1,2. Мобільні засоби застосовуються при безприв'язному утриманні тварин, на вигулювальних майданчиках, у проходах корівників тощо.

Стаціонарні засоби для видалення гною: ланцюгово-планчасті транспортери ТСН-3Б, ТСН-2, ТСН-160; штангові транспортери ТШ-3ОА; скреперні установки ТС-1, УС-10, УС-15, УСН-8. Встановлюють їх всередині приміщень у гнойових каналах.

**Скребковий транспортер КСГ-8 (ТСН-3,0Б)** складається з горизонтального і похилого транспортерів, які мають окремий привод і електрообладнання. Горизонтальний транспортер розташовується в гнойовому каналі й призначений для переміщення гною від стійл у торцеву частину приміщення. Поворотний пристрій забезпечує зміну напрямку руху ланцюга транспортера у місцях повороту. Це – зірочка, яка обертається в підшипниках на осі, що запресована в підп'ятник, котрий закріплений трьома анкерними болтами в підлозі приміщення.

Похилий транспортер має привод, ланцюги зі скребками, натяжний та поворотний пристрої та опори. Будова поворотного пристрою і ланцюгів аналогічні будові цих механізмів горизонтального транспортера.

Похилий транспортер переміщує поданий горизонтальним транспортером гній у тракторний причеп. Горизонтальний транспортер складається з ланцюгів зі скребками, натяжного й поворотного пристроїв.

Скребки закріплені шарнірно так, щоб при русі не піднімалися від дна гнойового каналу й опускалися вниз під дією своєї ваги, полегшуючи скидання гною в похилий транспортер.

**Гноєзбиральний транспортер ТСН-2,0Б** відрізняється від КСГ-8 (ТСН-3,0Б) тим, що має кований ланцюг, що забезпечує транспортування густої і рідкої фракцій гною, і в 2...3 рази збільшена його надійність. Горизонтальна частина транспортера ТСН-2,0Б може застосовуватися для транспортування гною до гноєсховища на відстані до 200м.

Робочий орган транспортера – це ланцюг з консольно закріпленими металевими скребками.

**Гноєзбиральний транспортер КСГ-7 (ТСН-160А)** складається з двох самостійних транспортерів (горизонтального й похилого), шафи керування, приводної станції, натяжного пристрою. Горизонтальний транспортер має скребки, відстань між якими 1,12м, й укладається в бетонний лоток, до якого армується сталевую смугою 4х20мм. Горизонтальний транспортер КСГ-7 (ТСН-160А) рухається зі швидкістю 0,18м/с і при коловому русі транспортує гній до похилого транспортера.

Один транспортер обслуговує 100...120 корів, розміщених на прив'язі в два ряди. Довжина ланцюга горизонтального транспортера не повинна перевищувати 160м.

Похилий транспортер, як і горизонтальний, має якірний ланцюг зі скребками, розміщеними з кроком 650мм, металевий жолоб із опорною стійкою, поворотний і натяжний пристрої і привод, що складається з електродвигуна і редуктора. Похилий транспортер встановлюється під кутом не більше 30° до горизонту і забезпечує подавання гною на висоту 2050мм від нульової позначки підлоги корівника.

У приміщенні, де встановлено похилий транспортер, температура повітря має бути не нижче +10°С.

**Гноєзбиральні конвеєри КСГ-1, КСГ-2, КСГ-3 колової дії.** Призначені для прибирання гною з приміщення на фермах ВРХ з одночасним завантаженням його у транспортний засіб. Їх можна монтувати в гнойових каналах транспортерів ТСН-2,0Б, КСН-Ф-100.

**Установка скреперна УС-Ф-250** призначена для прибирання гною в корівниках довжиною 120м при безприв'язному боксовому утриманні великої рогатої худоби з відкритих поздовжніх гноєвих проходів. Вона складається з приводної станції й робочого контуру довжиною 250м, який має замкнену систему штанг і ланцюгів із поворотним пристроєм (литі ролики), чотири розсувні скребки, механізм реверсування і щит керування.

Довжину скребків можна регулювати за шириною гноєвого проходу від 1,8 до 3,0м при його глибині 0,2м. Для очищення стінок гноєвого проходу на кінцях скребків встановлено гумові очисники.

Установка працює в автоматичному режимі у зворотно-поступальному русі скреперів 18...20 годин на добу. Не працює тільки тоді, коли тварини відпочивають. Швидкість руху скреперів – 0,063м/с, що забезпечує прибирання гною за наявності корів, і виганяти їх із гноєвих проходів немає потреби. При цьому вони вільно переступають через скребки. Одна установка обслуговує 200 корів, розміщених у двох групових станках.

**Установка скреперна УС-10** обслуговує поголів'я великої рогатої худоби. Призначена для транспортування гною із поперечних каналів до

гноєзбірників. Вона складається з приводної станції з системою автоматичного реверсування, тягової штанги діаметром 20мм, на якій встановлено вісім скреперів, ланцюга якірного типу і щита керування. Відстань між скреперами – 10м при зворотно-поступальному русі штанги 12,5м. Ширина захвату скрепера в розкритому стані – 1,75м. Висота скребків – 0,15м. Коли відбувається робочий хід скребка, захоплюється порція гною і переміщується в бік гноєзбірника на величину ходу штанги. При холостому ході скребки складаються за рахунок тертя об підлогу і не транспортують гній. При наступному робочому ході порція гною транспортується далі й скидається в гноєзбірник.

Основна установка УС-250 працює протягом доби, установка УС-10 працює періодично і вмикається автоматично 6 разів по 20 хвилин на добу. Швидкість руху штанг – 0,137м/с, встановлена потужність електродвигуна – 3кВт.

**Установки скреперні УСГ-1 і УСГ-2** призначені для прибирання гною при боксовому і комбібоксовому утриманні ВРХ з відкритими гнойовими каналами. Скрепери виконують зворотно-поступальний рух. Рекомендується використовувати УСГ-1, якщо довжина приміщення не більше 72м, а УСГ-2 – якщо приміщення сягає в довжину до 110м.

**Конвеєр КСУ-Ф-1** призначений для прибирання гною з тваринницьких приміщень свиноферм і ферм ВРХ з-під щільної підлоги. Він складається з поздовжнього і поперечного транспортерів. Ширина гнойового каналу – 820мм, глибина – 800мм. Поздовжні конвеєри двоконтурні. Вони виконують зворотно-поступальний рух, забирають гній із приміщення і транспортують його в поперечний одноконтурний конвеєр. Поперечний транспортер теж виконує зворотно-поступальний рух і транспортує гній із приміщення в гноєзбірник, який знаходиться біля тваринницького приміщення. Конвеєр КСУ-Ф-1 складається з приводної станції, скреперів, блоків, тяг, ланцюгів. Приводна станція призначена для виконання скреперами зворотно-поступального руху.

**Насос-навантажувач рідкого гною (мобільний) ПНЖ-250.** Призначений для перемішування й подрібнення гнойової маси в гноєсховищах та навантаження рідкого гною вологістю понад 82% у транспортні засоби. Рекомендується використовувати в комплекті з обладнанням очисних споруд тваринницьких ферм і комплексів з утриманням тварин без підстилки та гідравлічним способом прибирання гною.

**Насос відцентровий з подрібнювачем НЦИ-Ф-100** призначений для перемішування гною у гноєприймачах, подрібнення великих рослинних домішок, перекачування його трубопроводом або навантаження в транспортний засіб. Рекомендується використовувати для перекачування рідкого гною вологістю понад 92% із напрямків гноєзбірників.



#### 17.4. Гідравлічні системи видалення гною

Гідравлічні системи видалення гною поділяють на: **змивні, самопливні, лотково-відстійні, лотково-змивні, рециркуляційні**. Застосовують їх в основному на свинокомплексах.

При **змивній** системі рідкий гній видаляється із заглиблених каналів струменем води трьома способами: **прямим змивом, за допомогою змивних насадок і бачків**.

При прямому змиванні витрачається велика кількість води і створюється висока вологість всередині приміщення.

Змивні насадки встановлюють у поздовжніх каналах під кутом до дна каналу, вода подається під тиском.

Змивні бачки бувають з клапаном, швидкодіючою заслінкою і самоперекидною ємністю від 0,5 до 1м<sup>3</sup>. Скидання води в канал відбувається 1...2 рази на добу.

При **лотково-відстійній** системі видалення гною відбувається під дією сили ваги і додаткового змивання водою. Рекомендується для застосування на малих фермах. Система складається з поздовжніх лотків-каналів, поперечного каналу, зовнішнього самопливного гноєпроводу і гноєзбирача.

Поздовжні канали з напівкруглим дном ( $R=15\text{см}$ ) завширшки по верху 60...70см (для свиней) і 70-80см (для ВРХ). Початкова глибина каналу 60...70см, дно має нахил у бік стікання гною 0,005...0,01, але не більше 0,015, інакше рідка фракція швидко стікатиме з каналу, не захоплюючи екскрементів. Поперечний канал може бути розташований у центрі приміщення або у торці. Нахил у ньому такий самий, як у поздовжніх. Системи обладнані шиберами, які перекривають кінці гноєзбірних каналів. Розхід води – 3...5л/добу.

При **лотково-змивній** системі відбувається змивання каналів водою один-два рази на добу, витрата води 15...20л/гол.добу.

При **рециркуляційній** системі видалення гною змивання виконується освітленою і знезараженою гноївкою. Застосовується на великих фермах. Для цього споруджують центральну насосну станцію зі гноєзбірником. Від неї всіма поздовжніми каналами прокладають напірний водопровід. Лотки виготовляють подібними до тих, що у лотково-відстійній системі. Перед запуском системи в гноєзбірник заливають 10...12м<sup>3</sup> води. Гній захоплює воду, подає її напірним водопроводом у поздовжні канали й транспортує трубопроводом у гноєзбірник. Після запуску із гноєзбірника забирається освітлена рідина. Цикл повторюється.

**Самопливну** систему видалення гною застосовують на свинофермах. Принцип дії ґрунтується на здатності рідкого гною (вологістю 88...92%) пересуватися самопливом. Вона складається з поздовжніх самопливних

каналів, поперечного змивного каналу, гноєзбірника і насосної станції.

Самопливний гноєпровід будують із азбоцементних труб діаметром 300мм, укладених з нахилом 0,02...0,025. Шибери встановлюють на нижньому кінці поперечного каналу або на виході поздовжніх.

Ємність гноєзбірника має бути такою, щоб вміщувати гній не менше, як з одного каналу. Подавання його зі гноєзбірника у гноєсховище здійснюється відцентровим насосом.

Екскременти тварин через щілинні підлоги потрапляють у канали. Через 3...4 дні піднімають шибер, відкривають вентиля водопроводу і пропускають гнойову масу зовнішнім самопливним гноєпроводом у гноєзбірник. Після цього закривають шибери і змивають водою решітки щілинної підлоги. За один цикл подається 1...1,5л води на одну тварину. Дно каналу має бути покрите водою для ефективного видалення маси.

Для забезпечення роботоздатності самопливної системи необхідно знати довжину  $L$ , ширину  $B$ , глибину  $H$  каналів і нахил дна  $l_0$ , які залежать від фізико-механічних (реологічних) властивостей екскрементів, в основному від їх в'язкості й опору зсуву.

Довжина самопливного каналу в приміщенні для утримання свиней з економічних міркувань не повинна перебільшувати 50м. Для великої рогатої худоби довжина каналів не повинна перевищувати 30м при ширині 0,7...1м і не більше 60м – при ширині 1,5...2,5м.

На принципі дії самопливної системи видалення гною ґрунтується спосіб, який набув поширення у багатьох закордонних країнах і отримав назву «**вакуумний спосіб**» видалення гною свиней вологістю 85...92%. Монтують його так. Копають траншею, ґрунт ретельно ущільнюють і витримують нахил у бік накопичувача гною 0,5см на 1п.м. Вкладають труби діаметром 315мм на дно траншеї. Монтують витяжно-всмоктувальний ventиль і витяжний ventиль біля коліна стояка труби.

Вакуумна система видалення гною працює так. Коли накопичився гній під щілинною підлогою, оператор за допомогою повідка піднімає за петлю корок, гній починає самопливом пересуватися в трійник і далі пластмасовою трубою до накопичувальної ємності біля приміщення свинарника. Відбувається засмоктування гною і протягом 5...7хв увесь гній потрапляє в накопичувальну ємність. Потім оператор встановлює корок у попереднє положення. Витяжно-всмоктувальний ventиль виконує дві операції: коли система не працює, то він працює як витяжна вентиляція, а коли відбувається видалення гною із приміщення, через ventиль надходить повітря, яке допомагає транспортувати гній трубою в накопичувальну ємність. Залежно від способу утримання свиней видалення гною відбувається один раз на тиждень (при дорощуванні) або два рази на тиждень (при відгодівлі).

## **Лекція 18**

### **МАШИНИ ТА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ УТИЛІЗАЦІЇ ГНОЮ**

- 18.1. Будова і типи гноєсховищ.**
- 18.2. Способи переробки гною.**
- 18.3. Обладнання для обробки та утилізації гною.**
- 18.4. Використання гною як сировини для отримання біогазу.**
- 18.5. Різновиди будови біогазових генераторів.**

## **18.1. Будова і типи гноєсховищ**

### **Вимоги до ділянки під гноєсховище.**

Ділянку під гноєсховище вибирають відповідно до вимог земельного і водного законодавств України з урахуванням проектів районного планування, наявності комунікацій та інженерних мереж, нижче водозабірних споруд та інших виробничих підприємств, залізничних і автомобільних доріг, газопроводів тощо. Спеціальна комісія складає акт на будівництво гноєсховища й оформляє необхідні документи за підписом усіх членів комісії.

Багато, щоб ділянка була не сільськогосподарського призначення. Вибрана площа гноєсховища підтверджується техніко-економічним обґрунтуванням. На вибрану ділянку необхідно отримати погодження державного нагляду і Міністерства охорони здоров'я. Господарство, на території якого розташовано гноєсховище, повинно мати землі для використання гною як органічного добрива. Рельєф місцевості й гідрогеологічні вимоги при будівництві та використанні гноєсховища повинні сприяти дотриманню вимог екологічної безпеки.

Майданчик для будівництва гноєсховища розміщують із підвітряного боку переважаючого напрямку вітру стосовно житлової зони і тваринницьких будівель.

**Типи гноєсховищ.** Сховища для гною повинні забезпечувати зберігання поживних речовин і підвищення якості гною як добрива. Їх поділяються за:

- |                                    |   |
|------------------------------------|---|
| <b>- призначенням</b>              | – прифермські й польові;  |
| <b>- типом</b>                     | – горизонтальні й вертикальні;  |
| <b>- формою</b>                    | – прямокутні й круглі;  |
| <b>- конструктивним вирішенням</b> | – спрощені (грунтові) й капітальні (бетонні, залізобетонні, цегляні). |

Вибираючи тип гноєсховища, враховують вид отриманого гною (твердий, рідкий) та кліматичні умови. Розміри будови визначають, виходячи із величини поголів'я на фермі, норм виходу гною і терміну його зберігання (не менше стійлового зимового періоду утримання тварин).

Твердий гній можна зберігати у відкритих наземних або заглиблених (у вигляді котлована або траншеї) сховищах. Дно наземних сховищ, у випадку високого рівня стояння ґрунтових вод, підносять до 20см, роблять з нахилом у бік збірників гноівки, бетонують, а вертикальні бокові стінки виконують зі збірного залізобетону. Гноєсховища котлованного (вертикального) типу доцільно будувати в південних і південно-східних посушливих районах, де в штабелях гній швидко висихає.

Для збирання рідкого гною будують прифермські й польові гноєсховища. Залежно від природно-кліматичних умов вони можуть бути відкритого або закритого типів. Відкриті гноєсховища виконують у вигляді котлованів із відлогими стінками, облицьованими або без облицювання. Закрите сховище є заглибленою в землю спорудою, стіни, підлогу і перекриття якої виконують із монолітного бетону або залізобетону. Відкриті і закриті гноєсховища можуть бути прямокутної та круглої форм.

## **18.2. Способи переробки гною**

Залежно від способу утримання тварин і засобів механізованого видалення гною вибирають технологію його переробки та утилізації. **Способи переробки гною** поділяють на дві групи: пасивну і активну.

Способи переробки гною та стічних вод тваринницьких підприємств наведено у табл. 18.1.

**Пасивна переробка** гною полягає в тому, що людина не втручається в біологічний і хімічний процеси. Недоліки цього способу – низька якість органічних добрив та забруднення навколишнього середовища.

Одним із найпростіших та ефективних способів утилізації екскрементів тварин є **самозігрівання** їх у буртах за рахунок тепла, що виділяється в результаті життєдіяльності в них мікрофлори. Цей процес протікає ефективно за умови оптимальної (40...45%) вологості біомаси, тобто при утриманні тварин із використанням пористої підстилки. Якщо вологість гною є значно вищою, то її знижують змішуванням гною з пористими матеріалами, наприклад, з торфом низького ступеня мінералізації (компостування).

**Активна переробка** полягає в тому, що за допомогою людини виконуються механічний, біологічний, хімічний, тепловий (термічний), електротехнологічний або спеціальний методи переробки гною.

Якщо прибирання гною з приміщень здійснюється гідрозмивним способом, то вологість гною буде високою, іноді до 98%. Для утилізації його доцільно **розділити на рідку і тверду фракції**.

Поділ рідкого гною на фракції може бути природним і механічним.

Природний відбувається в горизонтальних і вертикальних відстійниках під дією гравітаційного поля Землі. Ці пристрої прості, але природне відстоювання гною не відбувається, якщо його вологість менша 90%.

Механічний поділ гною на фракції застосовують на великих фермах і комплексах.

Таблиця 18.1

## Способи переробки гною і стічної води

ПАСИВНИЙ	АКТИВНИЙ		
	Механічний	Біологічний	Електро-технологічний
<b>Твердий гній (густа фракція)</b>		Переробка живими організмами Переробка рослинами	Електрокоагуляція Електрофлотація Електрозневоднення Електротермообробка Електроозонування Електромагнітна обробка
Біотермічна обробка Природне сушіння Розкидання Заорювання Спалювання	Подрібнення Змішування Пресування		
<b>Рідкий гній (рідка фракція)</b>		<b>Хімічний</b>	<b>Електроліз</b>
Відстоювання Витримування Анаеробна обробка Природна аерація Природне випаровування Поливання Дренаж	Фільтрування Центрифугування Аерація Гомогенізація Флотація	Хлорування Озонування Коагуляція Гідроліз Сорбція	Обробка використанням електрогідравлічного ефекту
		<b>Тепловий</b>	<b>Спеціальний</b>
		Сушіння Випаровування Знешкодження парою Спалювання	Обробка випромінюванням (ультрафіолетове, інфрачервоне, радіаційне, ультразвукове)

Перед розділенням гною на фракції його спочатку гомогенізують перемішуванням гнойової маси у гноєзбірнику за допомогою фекальних насосів. Потім масу подають до сепараторів фракцій, які виконуються на базі плоских або конічної форми віброгрозотів, шнекових пресів, фільтраційних центрифуг, дугових сит тощо.

**Гомогенізація рідкого гною.** Технологія приготування гомогенізованого гною полягає в систематичному перемішуванні протягом усього періоду зберігання в сховищах-гомогенізаторах, в які його завантажують тільки після попередньої витримки протягом тижня в карантинному гноєсховищі. Знезаражений гній насосом перекачують в основне гноєсховище, де він зберігається 3...6 місяців. При цьому його щодня перемішують: забирають насосом знизу з центра сховища і під тиском подають у верхню частину, утворюючи струмінь, який обертає всю масу.

**Компостування гною.** Цей спосіб застосовується в тих районах, де є достатня кількість підстилкових матеріалів (торфу, соломи, тирси тощо). Їх (або мінеральні добрива) змішують з рідким гноєм і утворену торфогнойову суміш (компост) складають у бурти для біотермічного знезараження і дозрівання. Це дуже ефективне органо-мінеральне добриво (на 1кг гною – 0,75кг торфу, 0,04кг фосфоритного борошна або 0,02кг калійної солі).

**Знезараження й поділ рідкого гною.** Знезараженню можна піддавати всю масу рідкого гною або тільки рідку його фракцію. Для знезараження всієї маси застосовують такі способи: *хімічний, біотермічний, термічний, біологічний* (анаеробний і аеробний), *за допомогою іонізуючих випромінювань та імпульсних електропускових розрядів*.

**Хімічний спосіб** знезараження полягає у додаванні сірчаної кислоти або їдкого натру, а для знищення запаху та нейтралізації сірководню й похідних азоту – сульфату аміаку.

**Біотермічний спосіб** (за рахунок біологічного тепла, яке виробляється бактеріями) використовується для знезараження твердого гною з відносною вологістю нижче 70%.

**Термічний спосіб** здійснюється за рахунок нагрівання рідкого гною до температури +95°C. Він є дорогим через значну витрату електроенергії.

**Біологічний спосіб** – найдосконаліший. Можливі два варіанти обробки рідкого гною – анаеробний (без доступу кисню) і аеробний (з доступом кисню).

### 18.3. Обладнання для обробки та утилізації гною

Переробку органічних відходів у тваринництві виконують з допомогою обладнання для механічного фракціонування й осаджувальних центрифуг безперервної дії.

Схеми пристроїв механічного фракціонування гною зображені на рисунках 18.1, 18.2. За принципом дії їх поділяють на **пристрої фільтрування та осадження**. Проаналізуємо пристрої, які набули найбільшого поширення і мають як переваги, так і недоліки. Це необхідно враховувати при виборі технологічної лінії переробки гною із застосуванням пристроїв механічного фракціонування.

Горизонтальні відстійники-згущувачі та фільтри-накопичувачі, вертикальні відстійники-згущувачі та радіальні відстійники громіздкі, процеси фракціонування в них пасивні, вони мало пристосовані до динамічних змін (мають обмежене застосування і погано контролюються). Їх переваги: незначні витрати енергії для підтримання робочого процесу; виділяють частинки забруднення з гідравлічними розмірами 0,05-0,1 мм.

Динамічні фільтри, горизонтальні та барабанні віброгрохоти мають такий недолік – у процесі переробки гною тверді частинки подрібнюються, а це призводить до підвищення забивання фільтра. Отримана вологість твердої фракції гною на цих пристроях (при високій продуктивності) становить понад 80%. Перевагою фільтрів є те, що вони відділяють тверді частинки більше 0,5 мм з невеликими витратами енергії.

Шнековий фільтр-прес призначений для приймання вихідної маси гною низької вологості під високим тиском. Унаслідок цього фільтрат значно забивається. Приводна станція цих пристроїв дуже складна й енергозатратна, однак дозволяє отримати тверду фракцію низької вологості (70%).

Пристрій типу відокремлювача механічних включень ОМВ-200 відділяє тільки великі включення, але це забезпечує безаварійну роботу технологічної лінії зневоднення гною.

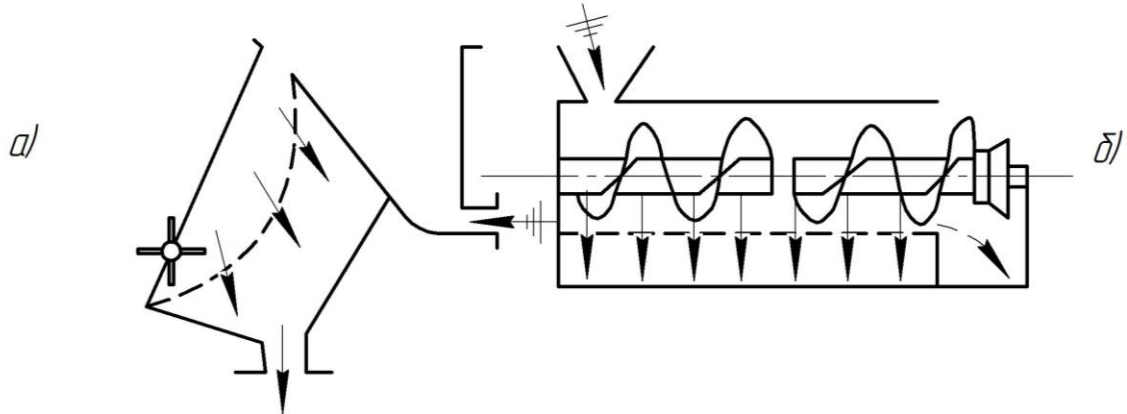
Недолік дугових сит – підвищена вологість твердої фракції, через що відбувається забивання фільтрату. Переваги: прості в конструктивному виконанні й обслуговуванні, потребують мало електроенергії.

Недоліки фільтруючих центрифуг: енергоємнісні, фільтрат має підвищену забрудненість. Переваги центрифуг: висока продуктивність, тверда фракція гною має вологість 75%.

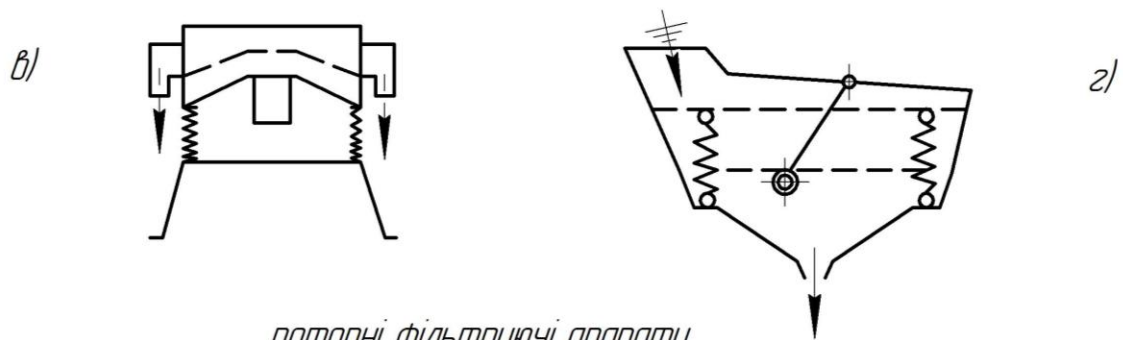
В осаджувальних центрифугах типу ОГШ зі скребковим вивантаженням осаду застосовується складний та енергоємнісний привод, що вимагає високої кваліфікації обслуговуючого персоналу, а також центрифуга має малу продуктивність. Перевага їх в тому, що гній отримують вологістю 68...72%.



*апарати з нерухомим фільтруючим елементом*



*апарати з вібруючим фільтруючим елементом*



*роторні фільтруючі апарати*

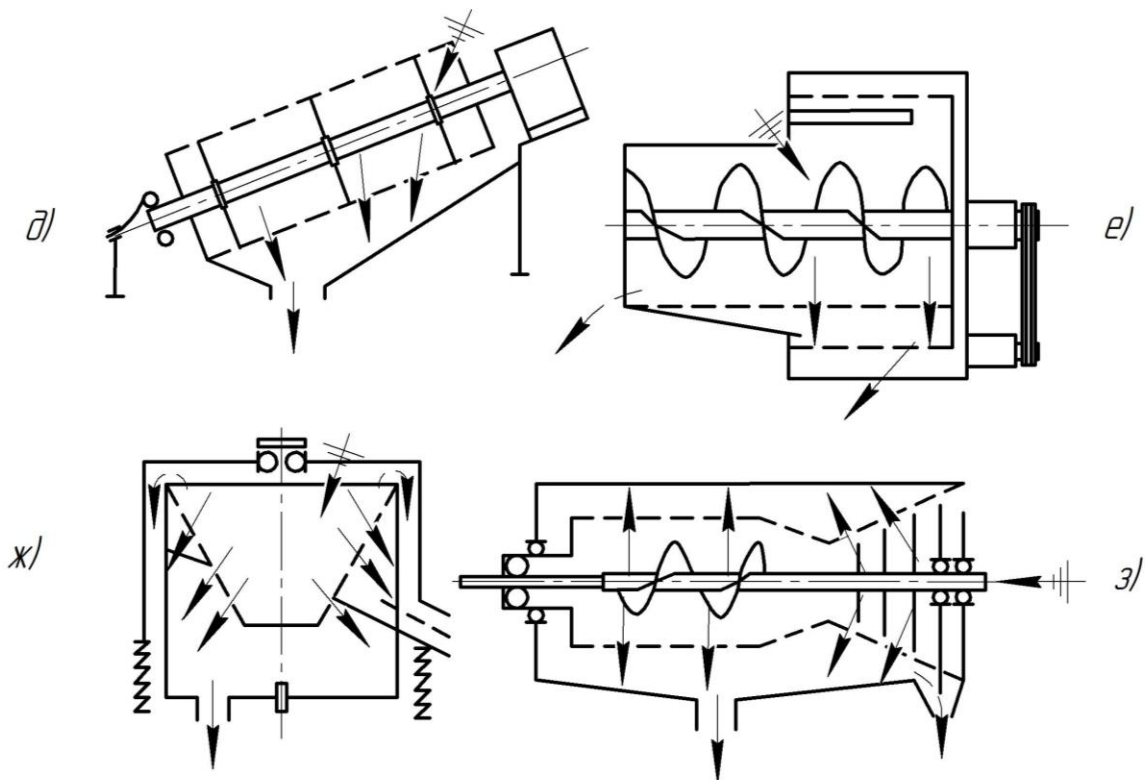
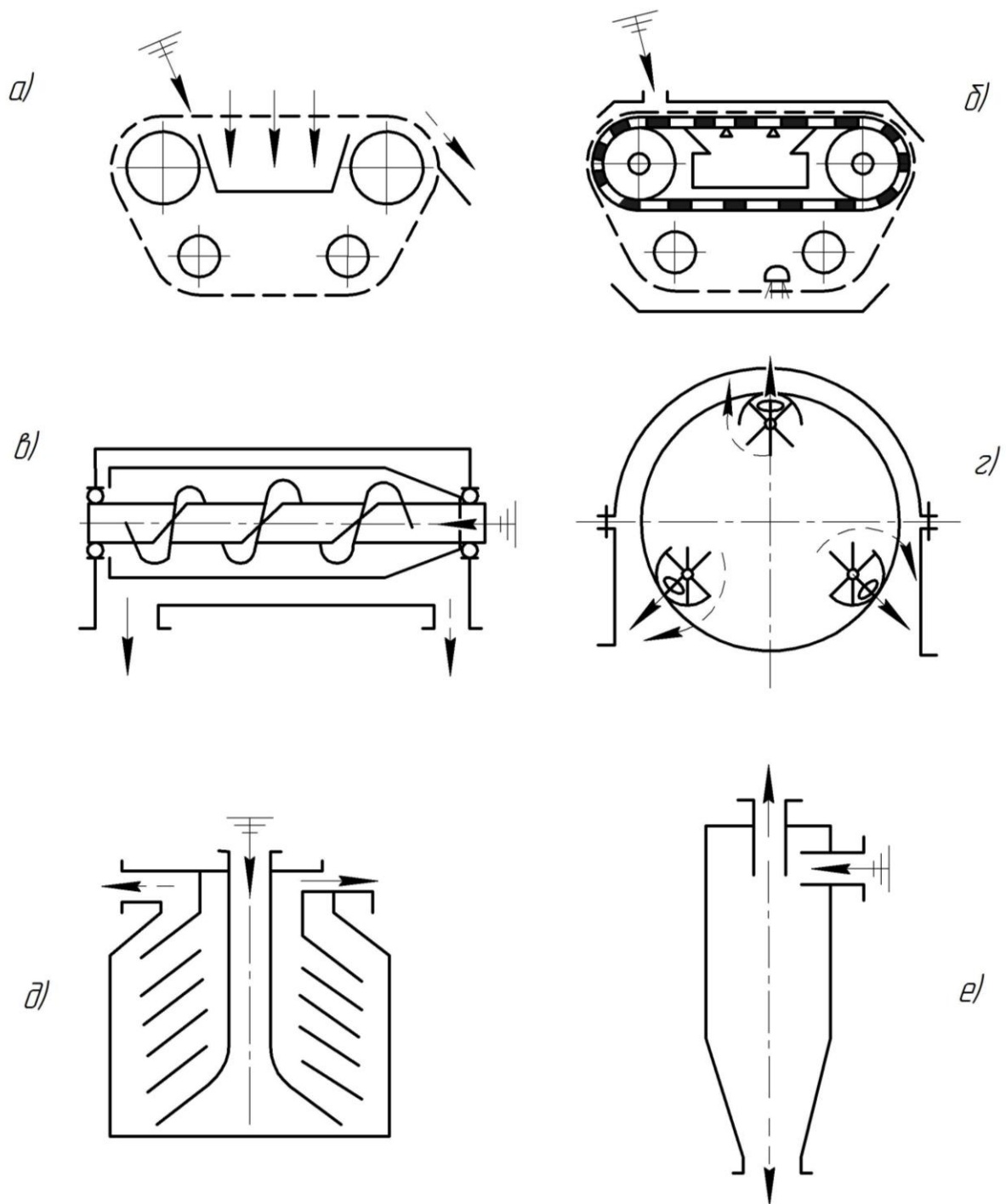


Рисунок 18.1. Основні типи пристроїв механічного фракціонування гною:  
 а – дугове сито; б – шнековий прес; в – динамічний фільтр; г – віброгрохот; д – барабанный віброгрохот; е – центрифуга фільтруюча циліндрична; ж – центрифуга фільтруюча конічна; з – центрифуга фільтруюча комбінована



Умовні позначення:



-  вхідна фракція
-  рідка (легка) фракція
-  тверда (важка) фракція (осадок)

Рисунок 18.2. Основні типи пристроїв механічного фракціонування гною:  
 а – гравітаційний фільтр із безкінцевою стрічкою; б – вакуумний фільтр із безкінцевою стрічкою; в – центрифуга осаджувальна шнекова; г – центрифуга осаджувальна скребкова; д – тонкошаровий рідинний тарічастий сепаратор; е – гідроциклон

**Віброгрохот** (рис. 18.3а) – перфорована фільтрувальна поверхня, яка для інтенсифікації процесу фільтрації й самоочищення приводиться в коливний рух. У процесі роботи рідка фракція проникає через фільтрувальну поверхню грохота вниз, а тверда фракція сходить з грохота вбік.

**Дугове сито** (рис. 18.3б) – дугової форми фільтрувальна поверхня, кривизна якої вибрана так, щоб забезпечити її самоочищення. У процесі роботи рідка фракція під впливом сили тяжіння проникає через фільтрувальну поверхню сита, а тверда сходить по ситі. Найважливішою перевагою дугових сит порівняно з іншими сепараторами є те, що процес сепарації здійснюється без підведення сторонньої енергії.

**Фільтруюча центрифуга** (рис. 18.3в) – циліндрична перфорована фільтрувальна поверхня, яка приводиться електроприводом в обертотворний рух навколо горизонтальної осі. За рахунок дії відцентрових сил рідка фракція проходить через фільтрувальну поверхню, а тверда фракція видаляється назовні через торцеву поверхню за допомогою скребка або шнека.

Для додаткового зневоднення твердої фракції гною часто застосовують **валкові витискачі вологи** (рис. 18.3г). Конструктивно вони виконані у вигляді двох валиків, що обертаються назустріч один одному. Тверда фракція гною до валиків подається транспортером.

**Шнековий прес** (рис. 18.3д) складається зі шнека, який приводиться в обертотворний рух електродвигуном через знижувальний редуктор. Шнек вмонтований у перфорований кожух. Вихідний з кожуха отвір перекривається запірним конусом, який за допомогою гвинтової пари або гідроциліндра зближується або віддаляється від кожуха, змінюючи перетин вихідного отвору, що впливає на ступінь зневоднення твердої фракції. У процесі роботи під впливом тиску, який створюється шнеком у пресувальній камері, рідка фракція фільтрується через фільтрувальну поверхню кожуха у відповідний лоток, а тверда проходить через вихідний отвір.

Знезараження й освітлення рідкої фракції гною здійснюють **біологічним** шляхом. Для інтенсифікації процесу розвитку мікрофлори в рідкій фракції її **насичують киснем** у спеціальних спорудах, аеротенках. Інтенсифікують процес насичення киснем продуванням повітря через товщу рідини (барботаж) або збільшенням її вільної поверхні розпиленням чи спіненням.

Для барботажу використовують повітряні насоси (компресори) і систему трубопроводів з отворами малого діаметра, які прокладені в нижній частині аеротенка. Для розпилення (пульверизації) рідкої фракції застосовують гідравлічні насоси і спеціальні розпилювальні насадки.

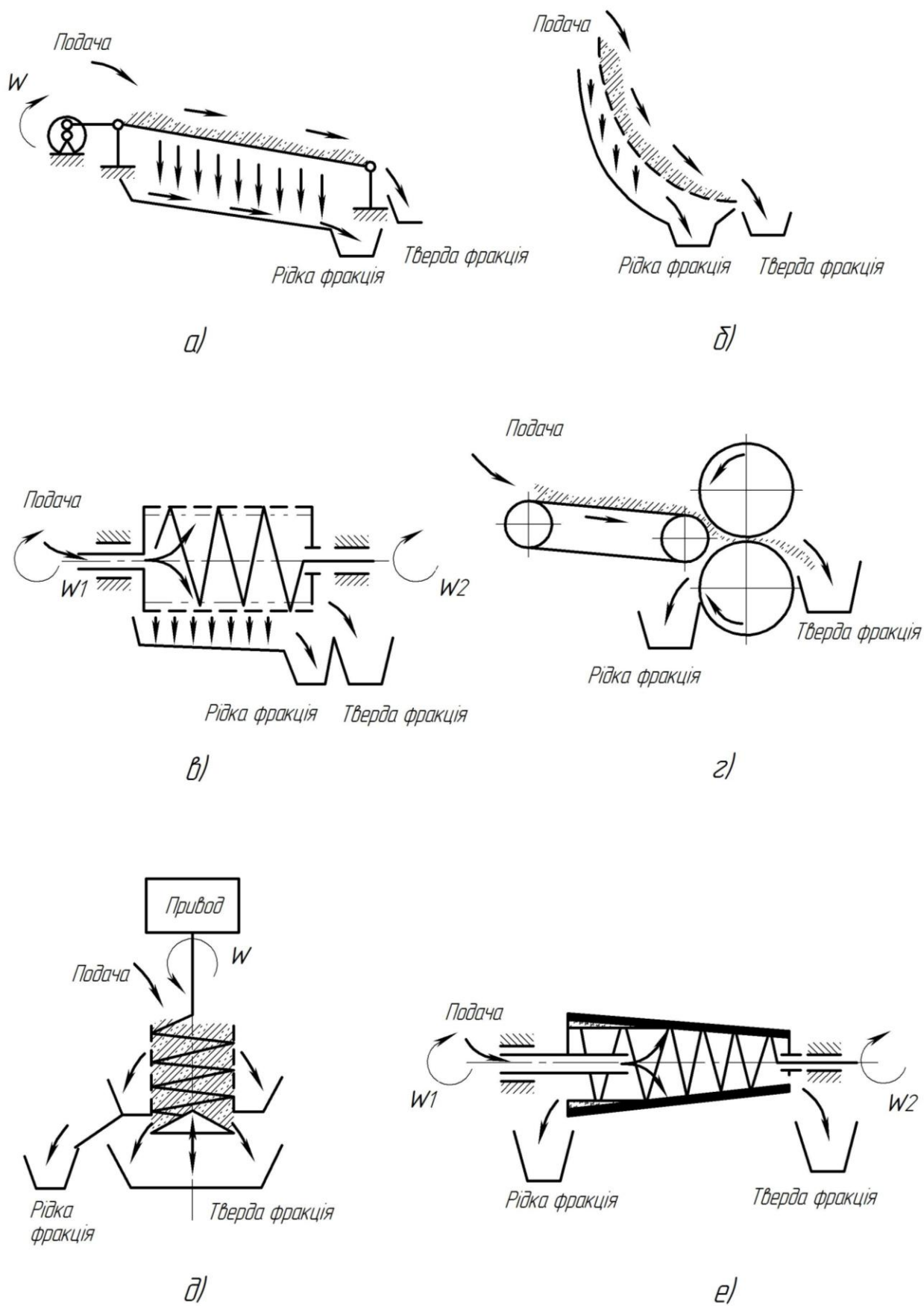


Рисунок 18.3. Схеми обладнання для обробки гною:

а – віброгрохот; б – дугове сито; в – фільтруюча центрифуга; г – валкові зневоднювачі; д – шнековий прес; е – осаджувальна центрифуга

Спінення поверхні рідини в аеротенку здійснюється спеціальними робочими органами, виконаними у вигляді робочого колеса відцентрового насоса, що обертається навколо вертикальної осі й встановленого близько від поверхні рідини.

**Освітлення рідкої фракції гною** виконують у механізованих відстійниках, **осаджувальних центрифугах** (рис. 18.3e), фільтраційних і мулових полях.

**Кінцеве знезараження освітленої води** здійснюють хлоруванням, озонуванням або витримуванням в біологічних ставках. Після такої обробки воду можна подати для повторного використання в системі гідрозмивання або зливати в природні водоймища.

**Утилізація твердої фракції** здійснюється високотемпературним висушуванням або самозігріванням її в буртах, а також компостуванням. Для високотемпературного сушіння використовують барабанні сушарки з високотемпературним теплоносієм. Компостування проводять на потокових лініях, до складу яких входять навантажувачі, накопичувачі-дозатори, транспортери, змішувачі та інше.

Ефективним способом утилізації гною є **анаеробне зброджування** його в **біогазових установках** при виробництві біогазу. При цьому поряд з його знезараженням здійснюється енергозабезпечення ферми і покращення властивостей органічного добрива.

Застосовують такі **біологічні способи утилізації** гною, як переробка на гумус у результаті життєдіяльності дощових черв'яків та личинок мух.

Деякі закордонні фірми розробили технології **вилучення з гною неперетравлених решток** стеблових і зернобобових кормів для їх **повторного згодовування**, що дає значний економічний ефект.

Курячий послід є високоефективним органічним добривом. Відповідним чином оброблений послід також використовують як **кормові добавки**.

На рис. 18.4 зображені схеми потокових ліній переробки рідкого гною з поділом на фракції. До складу технологічного обладнання входять: установка для поділу рідкого гною на тверду і рідку фракції (вібросито, прес-фільтр, центрифуга тощо); транспортери для подавання твердої фракції із приміщення на площадку; бульдозер для буртування твердої фракції; насоси для перекачування рідкої фракції.

Тверда фракція втримується в буртах 1,5...2 місяці, тобто до завершення біотермічного знезараження (дегель-мінітації). Рідка фракція протягом тижня знаходиться в карантинних накопичувачах-відстійниках. Після цього її вносять у ґрунт або використовують для рециркуляції в системі видалення гною.

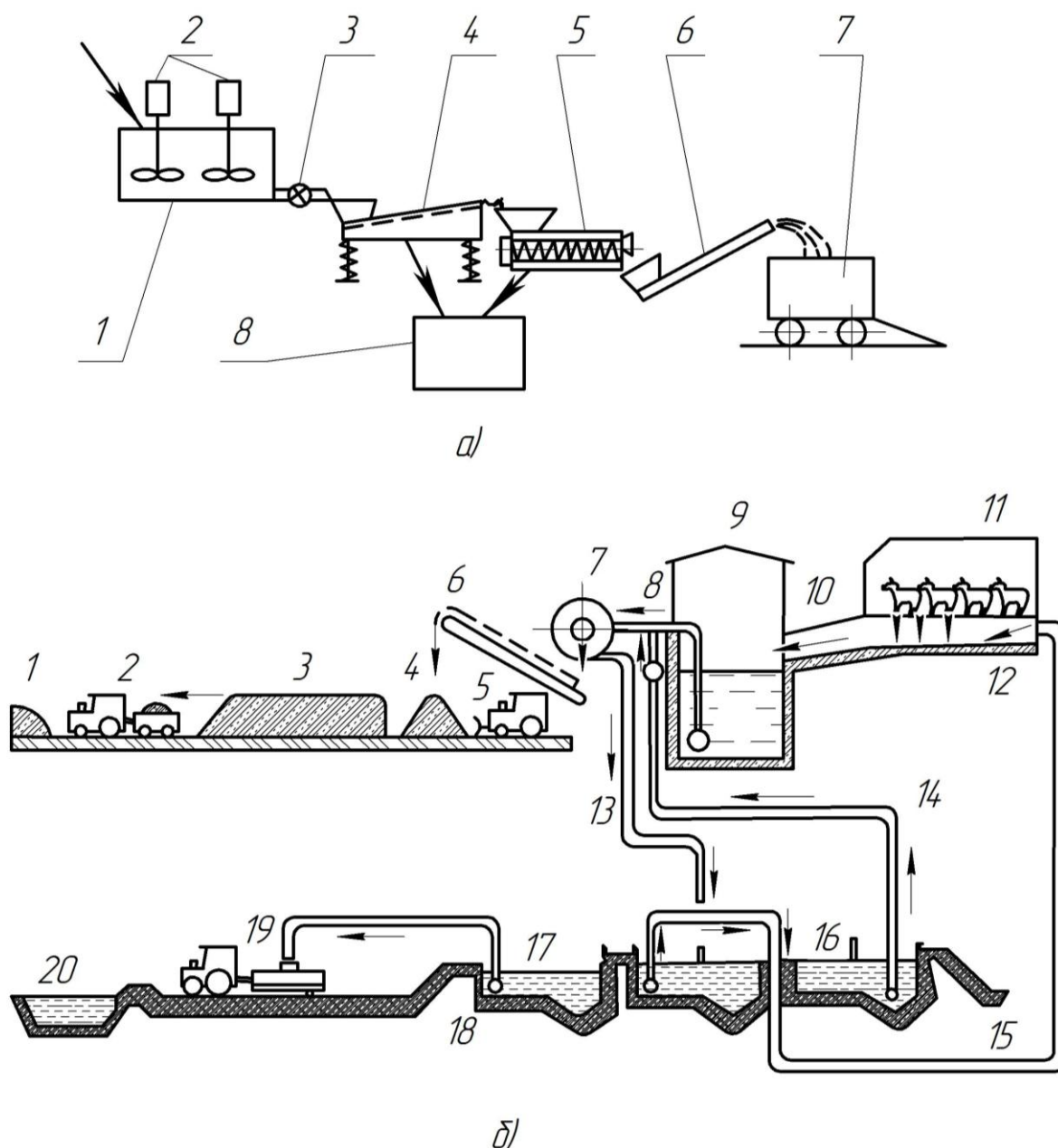


Рисунок 18.4. Схеми поточкових ліній переробки рідкого гною з поділом на фракції:

*a* – лінія з віброгрохотом і шнековим фільтр-пресом:

1 – резервуар; 2 – лопатеві мішалки; 3 – заслінка; 4 – віброгрохот; 5 – шнековий прес-фільтр; 6 – скребковий транспортер; 7 – транспортний засіб; 8 – гноївкозбірник;

*б* – лінія з фільтруючою центрифугою:

1 – штабель; 2 – причеп; 3,4 – бурти; 5 – бульдозер; 6 – стрічковий транспортер; 7 – транспортний засіб; 8 – гноєспровід; 9 – насосна станція; 10 – поперечний колектор; 11 – тваринницьке приміщення; 12 – гноєприймальний канал; 13 – трубопровід; 14 – зворотний трубопровід; 15 – змивний трубопровід; 16,17 – відстійники-накопичувачі; 18 – заглибний насос; 19 – цистерна; 20 – польовий гноєзбірник

#### **18.4. Використання гною як сировини для отримання біогазу**

На сьогодні домінуючою світовою тенденцією в галузі енергетики є підвищення вартості природних нафтопродуктів, газу, вугілля. Тому в Європейському Союзі після 2020 року планується задовольняти до 10% усіх енергетичних потреб за рахунок нетрадиційних джерел енергії, основну частку яких становить біопаливо. Аграрна галузь багатьох розвинених країн активно займається виробництвом власних енергоресурсів, відводячи під ці потреби до 15% посівної площі. Відбувається поступове заміщення традиційних енергетичних ресурсів відповідними аналогами рослинного й тваринного походження.

В Україні промислове виробництво біопалива стимулюють прийняті законодавчі акти, основною сировиною для виробництва якого в нашій країні є сільськогосподарська продукція. Поступово сільськогосподарське виробництво зі споживача енергії перетворюється на її виробника.

**Згідно з Директивою Європейського Союзу 2001/77/ЕС біомаса – це біодеградовані фракції продуктів, відходів та залишків сільського господарства (рослинних і тваринних), лісового господарства та близьких до них галузей промисловості.**

Основною сировиною для біогазового виробництва в сільському господарстві вважаються органічні добрива. Їх енергетичний потенціал для України можна оцінити в 1,6млн.т. умовного палива.

Важливим джерелом біомаси є відходи тваринництва (гноївка, гній, біогаз), а також відходи комунального господарства. Для виробництва біогазу придатними є різноманітні відходи агропромислового комплексу, які містять целюлозу та інші цукри, тому що за певних умов виникають біохімічні процеси, які називають ферментацією. Як результат ферментації з сільськогосподарських відходів отримують не лише біогаз, але й концентровані органічні добрива, які є цінним продуктом у сучасному землеробстві. На сьогодні загальна кількість промислових біогазових установок складає близько 750. Найбільша кількість їх (близько 500 штук) знаходиться у Німеччині, Австрії – 120, Італії – 70, Швейцарії – 59 і Данії – 40.

Перспективними біогазовими установками є централізовані об'єкти типу CAD (Centralized Anaerobic Digestion), які обслуговують господарства в радіусі 10...15км. Перевагою централізованих систем є можливість застосування передових технологій знезараження та звільнення від великої кількості небажаних речовин у сировині. В CAD-системах ферментаційні камери мають об'єм до 10000м<sup>3</sup>, в яких можна виробляти електроенергію до кількох МВт.



## 18.5. Різновиди будови біогазових генераторів

Конструкції біогазових установок, як господарські, так і промислові, відрізняються виробничими, технологічними та технічними рішеннями.

Типова промислова установка для переробки гною тваринницьких ферм з метою виробництва біогазу ґрунтується на використанні мезофільних бактерій, в яких процес зародження проходить при раціональному температурному режимі підігрівання до  $+30...35^{\circ}\text{C}$ .

У цій установці застосовується таке **технічне обладнання**:

- резервуари та обладнання для збирання й підготовки сировини;
- камери ферментації з обігрівальними пристроями;
- резервуари для біогазу та газові установки разом з обладнанням для очищення й обліку кількості виробленого газу;
- резервуари для утилізації та зберігання мас, що перебродили.

**Головна вимога до органічних матеріалів** (сировини) для здійснення процесу ферментації – відсутність у них токсичних сполук та відповідне подрібнення матеріалу. Небажаними компонентами процесу є інгібітори, які важко розпадаються біологічним шляхом. Це – дезінфікуючі засоби, детергенти, антибіотики та пестициди, що використовуються у сільському господарстві. У випадку ферментації пташиного посліду виникає необхідність видалення піску.

**Основним елементом біогазової установки є біогазовий реактор**, де відбувається метанова ферментація і починається процес виробництва біогазу. **Ферментаційна камера (біореактор)** – це герметичний теплоізований резервуар, оснащений обладнанням для подавання свіжої порції сировини, відведення біогазу і біошламу та механізмами для підтримування однорідності матеріалу в камері (пристрій для перемішування маси та розбивання плівки), а також системи, що здійснює підігрівання й підтримання оптимальної температури.

Стандартна місткість біореакторів коливається від 50 до  $150\text{м}^3$ . Встановлено, що з  $1\text{м}^3$  місткості ферментаційної камери отримують у середньому  $0,8\text{м}^3$  біогазу.

Щоб відбувався процес ферментації відповідно до технології, **необхідно постійно перемішувати сировину**, враховуючи те, що:

- в усій місткості реактора повинна бути постійна та однакова температура і доступ бактерій до поживних речовин;
- бульбашки газу повинні вільно підніматися на поверхню, завдяки чому процес накопичування біогазу стає ефективнішим;
- перемішування запобігає виникненню плівки на поверхні біомаси.

Тиск газу в резервуарах повинен підтримуватися на такому самому рівні, як у міській газовій мережі. Його необхідно пропускати через десульфатори для очищення від сіркових сполук.



## **Лекція 19**

### **ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗРАХУНОК ЗАСОБІВ ВИДАЛЕННЯ ГНОЮ**

- 19.1. Розрахунок середньодобового і річного виходу гною.**
- 19.2. Розрахунок мобільних засобів видалення гною.**
- 19.3. Розрахунок скребкових транспортерів колової дії.**
- 19.4. Розрахунок скреперних установок.**
- 19.5. Розрахунок гідравлічного способу видалення рідкого гною.**
- 19.6. Розрахунок кількості транспортних засобів для  
транспортування гною.**

### 19.1. Розрахунок середньодобового і річного виходу гною

Протягом доби гній накопичується у тваринницькому приміщенні нерівномірно. Основна частина його виділяється вранці та ввечері, тому на молочнотоварних фермах гній прибирають за годину до початку доїння.

Кількість гною, яку отримують протягом доби, залежить від способу утримання тварин, їхньої живої маси, віку, продуктивності та інших факторів. Кількісний і середньодобовий вихід гною для різних статевікових груп тварин та норми використання підстилкових матеріалів наведено у довідковій літературі. Добовий вихід гною від однієї тварини можна визначити розрахунком.

**Добовий вихід гною фермі**, кг, на визначають за формулою

$$Q_{ДГ} = \sum_{i=1}^n q_i \cdot m_i, \quad (19.1)$$

де  $q_i$  – кількість гною, яку отримують від однієї тварини однієї статевікової групи за добу, кг/доб;

$m_i$  – кількість тварин однієї статевікової групи;

$n$  – кількість статевікових груп.

**Добовий вихід гною від однієї тварини**,  $q_{доб}$ , кг, розраховують за формулою

$$q_{доб} = q_K + q_C + q_B + q_{П}, \quad (19.2)$$

де  $q_K$  і  $q_C$  – кількість екскрементів від однієї тварини за добу, відповідно, кг/доб;

$q_B$  – середньодобова витрата води на змивання гною від однієї тварини, кг/доб;

$q_{П}$  – добова норма підстилки на одну тварину, кг/гол.доб.

Якщо виникає необхідність розбавити гній водою до заданої консистенції, то кількість води, кг, підраховують за формулою

$$Q_B = \frac{Q_{ДГ} (W_{КГ} - W_{ПГ})}{100 - W_{ПГ}}, \quad (19.3)$$

де  $Q_B$  – добова подача води у гній, кг;

$W_{КГ}$  – кінцева (необхідна) вологість гною, %;

$W_{ПГ}$  – початкова вологість гною, %.

Вологість свіжого гною (початкова вологість)  $W_{ГП}$ , %, залежить від виду тварин, типу їхньої годівлі й кількості внесеної підстилки

$$W_{ГП} = \frac{q_K \cdot W_K + q_C \cdot W_C + q_{П} \cdot W_{П}}{q_{доб}}, \quad (19.4)$$

де  $W_K, W_C, W_{П}$  – відповідно вологість екскрементів та підстилкового матеріалу, %.

**Вихід гною за один рік на фермі**, кг, визначають за формулою

$$Q_{РГ} = D \cdot Q_{ДГ}, \quad (19.5)$$

де  $D$  – кількість днів, за які гній накопичується на фермі. Визначають її за формулою

$$D = D_C + K_{СП} (365 - D_C), \quad (19.6)$$

де  $D_C$  – тривалість стійлового періоду, днів;

$K_{СП}$  – коефіцієнт, що враховує частку виходу гною в стійлово-пасовищний період.

Коефіцієнт  $K_{СП}$  залежить від тривалості перебування тварин протягом доби на фермі в період випасання. За відсутності літніх таборів  $K_{СП} = 0,3 \dots 0,5$ .

**Об'єм гноєсховища**,  $m^3$ , визначають за формулою

$$v_{Г} = Q_{РГ} / \rho_{Г}, \quad (19.7)$$

де  $\rho_{Г}$  – густина гною,  $kg/m^3$ .

## 19.2. Розрахунок мобільних засобів видалення гною

Бульдозери виготовляють з неповоротною або поворотною полицею, положення якої можна змінювати на кут до  $45^\circ$  у горизонтальній площині і до  $5 \dots 10^\circ$  – у вертикальній.

**Продуктивність бульдозера** при видаленні й переміщенні гною в гноєсховищах,  $m^3/s$ , визначають за формулою

$$Q_B = \frac{v_1 \cdot K_B \cdot \rho_{РГ}}{t_{Ц}}, \quad (19.8)$$

де  $v_1$  – об'єм порції гною, який переміщує полиця,  $m^3$ ;

$K_B$  – коефіцієнт використання часу роботи бульдозера;

$\rho_{PG}$  – густина розрихленого гною, кг/м<sup>3</sup>;

$t_{\Pi}$  – тривалість переміщення однієї порції гною, с.

Об'єм порції гною, м<sup>3</sup>, яку переміщує полиця трактора, дорівнює призмі волочіння. Його розраховують за формулою

$$v_1 = \frac{2l_{\Pi}}{V_P + V_X} + 2t_T + t_0, \quad (19.9)$$

де  $l_{\Pi}$  – відстань переміщення гною, м;

$V_P$  – робоча швидкість трактора, м/с;

$V_X$  – швидкість холостого руху трактора, м/с;

$t_T$  – час перемикання швидкості трактора,  $t_T = 4 \dots 5$  с;

$t_0$  – час піднімання й опускання полиці,  $t_0 = 1 \dots 2$  с.

**Загальний час**, що витрачається на прибирання добового виходу гною на фермі, с, визначають

$$T_D = Q_{DG} / Q_B. \quad (19.10)$$

### 19.3. Розрахунок скребкових транспортерів колової дії

При розрахунках скребкового транспортера колової дії повинні бути задані кількість та вид тварин, складена кінематична схема встановлення транспортера в приміщенні, фізико-механічні властивості гною, добовий вихід гною від однієї тварини.

**Продуктивність транспортера**, кг/с, визначають за формулою

$$Q_{TC} = h_{\Gamma} \cdot b_k \cdot \rho_{\Gamma} \cdot V_{\Pi T} \cdot k_n, \quad (19.11)$$

де  $h_{\Gamma}$  – висота призми гною, яка переміщується скребком, м;

$b_k$  – ширина гнойового каналу, яка дорівнює 0,32 м при глибині

каналу  $h = 0,12$  м (для транспортерів колової дії типу КСГ (ТСН));

$V_{\Pi T}$  – швидкість руху ланцюга транспортера, м/с;

$k_n$  – коефіцієнт подачі.

Коефіцієнт подачі розраховують за емпіричною формулою

$$k_n = \prod_{i=1}^5 k_i, \quad (19.12)$$

де  $k_1$  – коефіцієнт заповнення гнойового каналу,  $k_1 = 0,5$ ;

$k_2$  – коефіцієнт, який враховує ущільнення гною при його переміщенні в гнойовому каналі,  $k_2 = 1,13$  ;

$k_3$  – швидкісний коефіцієнт,  $k_3 = 0,9...0,95$  ;

$k_4$  – коефіцієнт, який враховує об'єм гнойового каналу, що зайнятий ланцюгом та скребками транспортера,  $k_4 = 0,97$  ;

$k_5$  – коефіцієнт, який враховує кут нахилу транспортера,  $k_5 = 0,3...1,0$  .

Максимальну кількість гною, кг, яка розміщується в гнойовому каналі, визначають за формулою

$$Q_{\max \Gamma K} = 4h_k \cdot b \cdot l_k \cdot \rho_{\Gamma} \cdot k_1 , \quad (19.13)$$

де  $h_k$  – висота гнойового каналу, м;

$l_k$  – довжина каналу, розміщеного навпроти стійл, м, визначають її

$$l_k = m_p \cdot l_{cm} . \quad (19.14)$$

Тут  $m_p$  – кількість тварин в одному ряду;

$l_{cm}$  – ширина стійла на одну тварину для ВРХ,  $l_{cm} = 1,1...1,4$  м.

З формули (19.13) визначають площу,  $\text{м}^2$ , поперечного перетину гнойового каналу

$$h_k \times b_k = \frac{Q_{\max \Gamma K}}{4l_k \cdot \rho_{\Gamma} \cdot k_1} . \quad (19.15)$$

Глибину каналів для гною при його механізованому прибиранні, виходячи з умов безпеки тварин, приймають від 0,1 до 0,16м. Ширина каналу для ланцюгово-скребкових транспортерів колової дії – 0,32м. Висота скребка транспортера має бути в межах від 1/2 до 1/3 глибини каналу, довжину вибирають так, щоб була щілина між скребком і стінкою каналу, а також враховують матеріал підстилки. Якщо соломиста, то її довжина не повинна перевищувати 100мм, а щілина між скребком і стінкою каналу повинна бути в межах 12...15мм. При використанні торфокрихти щілину роблять у межах 5...10мм.

Тривалість одного циклу, с, роботи транспортера

$$T_{\text{ЦТ}} = L_{\text{ЛТ}} / V_{\text{ср}} , \quad (19.16)$$

де  $L_{\text{ЛТ}}$  – довжина ланцюга транспортера;

$V_{\text{ср}}$  – середня швидкість транспортера, м/с.

Середня швидкість транспортера для безпеки тварин не повинна перевищувати 0,25м/с.

**Необхідну продуктивність, кг/с, транспортера колової дії визначають за формулою**

$$Q_{TK} = \frac{m_T \cdot q_{доб}}{T_{ЦТ} \cdot K_T}, \quad (19.17)$$

де  $q_{доб}$  – добовий вихід гною від однієї тварини, кг;

$m_T$  – кількість тварин, яку обслуговує один транспортер;

$K_T$  – кількість вмикань транспортера для збирання гною за добу,

$K_T = 3...6$ разів.

Велика кількість вмикань транспортера приймається тоді, коли гній подається в гноєсховище.

Щоб вибрати електродвигун привода транспортера колової дії, необхідно визначити повний тяговий опір руху транспортера як горизонтального, так і похилого, якщо вони складають одне ціле.

Повний тяговий опір руху ланцюга транспортера, Н, визначають

$$F_{ПТ} = F_T + \sum_{i=1}^4 F_i, \quad (19.18)$$

де  $F_T$  – зусилля попереднього натягу ланцюга транспортера, Н;

$F_1$  – зусилля, необхідне для подолання тертя гною об дно каналу, Н;

$F_2$  – зусилля, необхідне для подолання тертя гною об бокові стінки каналу, Н;

$F_3$  – зусилля, необхідне для подолання опору від підйому гною похилим транспортером (заклинювання скребків), Н;

$F_4$  – зусилля, необхідне для переміщення ланцюга транспортера, Н.

Опір від тертя гною об дно каналу, Н, визначають за формулою

$$F_1 = h_k \cdot b_k \cdot L_{\Gamma} \cdot \rho_{\Gamma} \cdot g \cdot f_{\Gamma} \cdot \cos \beta, \quad (19.19)$$

де  $L_{\Gamma}$  – довжина шляху переміщення гною, м;

$f_{\Gamma}$  – коефіцієнт тертя гною об канал;

$\beta$  – кут встановлення похилого транспортера;

$h_k, b_k$  – розміри каналу, м;

$g$  – прискорення сили тяжіння.

Опір від тертя гною об бокові стінки каналу,  $H$ , визначають за формулою

$$F_2 = h_1^2 \cdot \rho_{\Gamma} \cdot g \cdot L_{\Gamma} \cdot f_{\Gamma} \cdot \xi \cdot \cos \beta, \quad (19.20)$$

де  $\xi$  – коефіцієнт, бокового тиску, залежить від коефіцієнтів тертя гною;  
 $h_1$  – висота призми гною бо тіла волочіння, м, визначають

$$h_1 = (1 \dots 1,3) h_C, \quad (19.21)$$

де  $h_C$  – висота скребка, м.

Зусилля, необхідне для подолання опору від підйому гною похилим транспортером, визначають за формулою

$$F_1 = h_k \cdot b_k \cdot L_{\Gamma} \cdot \rho_{\Gamma} \cdot g \cdot \sin \beta, \quad (19.22)$$

Опір від переміщення ланцюга транспортера,  $H$ , визначають

$$F_4 = 2q_L \cdot L_L \cdot f_L \cdot \cos \beta, \quad (19.23)$$

де  $q_L$  – питома вага 1м ланцюга транспортера зі скребками, Н/м;

$L_L$  – довжина ланцюга транспортера, м;

$f_L$  – коефіцієнт тертя ланцюга об дно каналу.

Для забезпечення оптимальних умов роботи скребка ланцюгового транспортера для видалення гною необхідно, щоб виконувалася умова (рис. 19.1)

$$\operatorname{tg} \alpha < \operatorname{tg} \varphi_2, \quad (19.24)$$

де  $\alpha$  – кут відхилення скребка;

$\varphi_2$  – кут тертя гною об скребок, тобто ковзання гною поверхнею скребка не повинно відбуватися.

Опір від переміщення гною,  $H$ , у напрямку натяжної зірочки

$$F_5 = 0,25 F_4. \quad (19.25)$$

Силу попереднього натягу ланцюга транспортера,  $H$ , визначають за формулою

$$F_H = \frac{F_0 \cdot B_C}{t_L \cdot (tg \alpha_{\max} - f_L \cdot tg \alpha_{\max})} - \frac{F_0}{2(1 - f_L \cdot tg \alpha_{\max})}, \quad (19.26)$$

де  $F_0$  – опір руху скребка,  $H$ , при розміщенні його по нормалі до стінки каналу, визначають

$$F_0 = F_5 (1 - f_L \cdot tg \alpha); \quad (19.27)$$

$t_L$  – крок ланцюга, м (за технічною характеристикою).

$\alpha_{\max}$  – максимально допустимий кут відхилення скребка,  $\alpha_{\max} = 15^\circ$ ;

$B_C$  – відстань, м, до точки прикладання до скребка сили  $F_{ПТ}$  до ланцюга транспортера

$$B_C = 0,5B + C, \quad (19.28)$$

де  $B$  – довжина скребка транспортера, м;

$C$  – відстань, межі її зміни  $C = 0,01 \dots 0,02$  при  $\alpha = 0^\circ$ ,

$C = 0,03 \dots 0,04$  при  $\alpha = 15^\circ$  (див. рис.19.1).

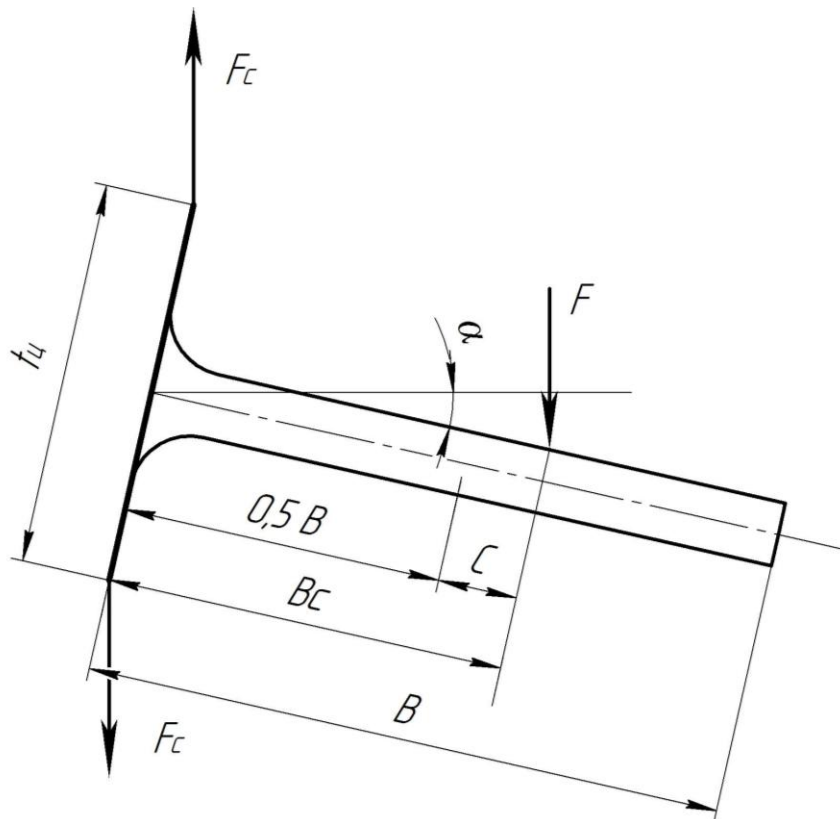


Рисунок 19.1. Схема сил, що діють на скребок



Опір від підймання гною похилим транспортером,  $H$ , визначають за формулою

$$F_{\Pi T} = h_k \cdot b_k \cdot L_{\Pi} \cdot \rho_{\Gamma} \cdot g \cdot \sin \beta, \quad (19.29)$$

де  $L_{\Pi}$  – довжина шляху переміщення гною похилим транспортером, м.

Необхідну потужність електродвигуна,  $W_t$ , приводної станції ланцюгового транспортера колової дії для видалення гною розраховують за формулою

$$N_{ДВ} = \frac{K_O \cdot F_{\Pi T} \cdot V_{cp}}{\eta_T}, \quad (19.30)$$

де  $K_O$  – коефіцієнт, який враховує опір натягу на приводній зірочці,

$$K_O = 1,1;$$

$$\eta_T \text{ – ККД трансмісії, } \eta_T = 0,75 \dots 0,85.$$

#### 19.4. Розрахунок скреперних установок

Для видалення гною з тваринницьких приміщень використовують гноєзбиральні засоби зі зворотно-поступальним рухом робочих органів, які називають **дельта-скреперами**. Такі засоби використовують при безприв'язному утриманні великої рогатої худоби. До них відносяться транспортери УС-Ф-170А, УС-Ф-250, УСГ-1, УСГ-2, КСУ-Ф-1 та інші.

Маса гною в каналі, кг, який збирається на час видалення,

$$G_{\Gamma} = m_p \cdot q_{доб} \cdot k_{\Gamma} / z_T, \quad (19.31)$$

де  $k_{\Gamma}$  – коефіцієнт добової нерівномірності виходу гною,  $k_{\Gamma} = 1,2$ ;

$z_T$  – кількість вмикань транспортера за добу.

Транспортуюча здатність, кг, скрепера:

**а) для дельта-скрепера**

$$g_C = 2C_0 \cdot B_{\delta C}^3 \cdot \rho_{\Gamma} \cdot \cos^2 \alpha_1, \quad (19.32)$$

де  $C_0$  – коефіцієнт, який залежить від складу та фізико-механічних властивостей гною, а також розміщення осі підвісу скребка;

$B_{\delta C}$  – довжина крил скрепера, м;

$\alpha_1$  – кут установки скрепера до повзуна при холостому ході,

$$\alpha_1 = 15 \dots 20^\circ;$$

**б) для скребка установки КСУ-Ф-1 (ТС-1)**

$$g_{CY} = C'_0 \cdot B_C^3 \cdot \rho_{\Gamma} \cdot \cos^2 \alpha_2, \quad (19.33)$$

де  $C'_0$  – коефіцієнт, який залежить від фізико-механічних властивостей гною;

$B_C$  – довжина скребка, м;

$\alpha_2$  – кут установки скребка до штанги при холостому ході, 10...20°.

Довжину  $B_{\delta C}$  скреперів ( $B_C$  скребоків) установки приймають відповідно до розмірів гнойових каналів, геометричних параметрів решіток, щільових підлог тощо.

Висоту скребка дельта-скрепера, м, визначають з умови

$$H_{\delta C} = (6...8) B_{\delta C}. \quad (19.34)$$

Висоту скребка, м, установки типу КСУ-Ф-1 розраховують з умови

$$H_C = (0,7...1,0) B_C. \quad (19.35)$$

Хід скреперної установки, м, робочими органами типу дельта-скрепера визначають за формулою

$$S_{\delta C} = t_{\delta C} + H_{\delta C} \cdot \cos \alpha_1 + L_P, \quad (19.36)$$

де  $t_{\delta C}$  – відстань (крок) між скреперами, які розміщуються в каналі, м;

$L_P$  – проекція траєкторії руху кінця крила скрепера на напрямок переміщення повзуна, м.

Значення  $L_P$  у практичних розрахунках можна прийняти рівними  $(0,4...0,6) B_C$ .

Величину кроку скрепера вибирають, виходячи з вимог забезпечення необхідної продуктивності.

Мінімально можливий крок установки скребоків, м, визначають

$$t_{\delta C \min} = n_g \cdot B_{\delta C} \cdot \cos \alpha_1 + L_P, \quad (19.37)$$

де  $n_g$  – коефіцієнт, який характеризує розміри та форму тіла волочіння гною перед скребком скрепера.

Хід, м, скреперної установки типу КСУ-Ф-1 визначають за формулою

$$S_C = t_C + H_C \cdot (K_g + \cos \alpha_2). \quad (19.38)$$

Мінімальний можливий крок, м, установки типу КСУ-Ф-1

$$t_{C\min} = (n_g + 1) \cdot H_C \cdot \cos \alpha_2 + K_g \cdot H_C, \quad (19.39)$$

де  $K_g$  – коефіцієнт, які характеризує розміри та форму тіла волочіння гною перед скребком.

**Продуктивність скреперних установок**, т/год, визначають за формулою

$$Q_{CY} = 3,6 C_C \cdot \frac{g_C \cdot V_{cp C}}{\eta \cdot S_C}, \quad (19.40)$$

де  $V_{cp C}$  – середня швидкість скрепера за один подвійний хід, м/с;

$C_C$  – коефіцієнт, який характеризує конструктивні й технологічні особливості установок.

Значення коефіцієнта  $C_C = 2$ , якщо установка має дві лінії скреперів і переміщує гній на край приміщення і  $C_C = 4$  – при переміщенні гною на середину приміщення. Для скреперних установок із однією лінією скреперів типу УС-10 приймають  $C_C = 1$ .

Час очищення, год, каналів від гною визначають за формулою

$$T_{OK} = \frac{2 S_{3K} \cdot L_T}{C_C \cdot t_C \cdot V_{cp C}}, \quad (19.41)$$

де  $S_{3K}$  – загальна довжина каналів, якими транспортується гній скреперною установкою, м.

Ця формула справедлива тільки для випадку оптимального завантаження робочих органів (відповідності кількості гною, який збирається на момент видалення в одиничному каналі, до сумарної транспортувальної здатності розміщених у ньому скреперів).

У випадку, коли маса гною в каналі відрізняється від транспортувальної здатності робочих органів, у формулу (19.41) необхідно ввести поправочний коефіцієнт  $\varepsilon$ , який визначають так:

$$\varepsilon = \frac{G_T}{k_{po} \cdot t_C}, \quad (19.41)$$

де  $k_{po}$  – кількість робочих органів у каналі.

### 19.5. Розрахунок гідравлічного способу видалення рідкого гною

Мінімальну ширину гнойових каналів, м, визначають за формулою

$$b_{k \min} = \frac{2\tau_0}{i_\partial \cdot \rho_\Gamma}, \quad (19.42)$$

де  $\tau_0$  – граничне напруження зсуву гнойової маси, Па;

$i_\partial$  – ухил дна каналу.

Зі збільшенням ширини каналу збільшується висота шару гною в ньому, внаслідок чого бокові дотичні напруження перешкоджають витіканню. При  $B \leq 200$  мм рух взагалі припиняється. Максимальну ширину каналу визначають врахуванням початку бродіння гною з інтенсивним виділенням аміаку, метану.

$$b_{k \max} = \frac{2q_{\text{доб}} \cdot n_1 \cdot m_0}{\rho_\Gamma \cdot L_K \cdot (L_K \cdot i_\partial + 2\delta_K)}, \quad (19.43)$$

де  $q_{\text{доб}}$  – вихід гною від однієї тварини за добу, кг/доб;

$n_1$  – кількість тварин, яку обслуговує один канал, гол;

$m_0$  – число діб до початку бродіння гною,  $m_0 = 6 \dots 10$  діб;

$L_K$  – довжина каналу, м;

$\delta_K$  – висота шару гною, що витікає з каналу, м.

Глибина поздовжнього самопливного каналу, нахил його дна, кут зсуву гнойової маси можна визначити, виходячи зі схеми, зображеної на рис. 19.2.

Рух гною каналом представляють як наслідок його руйнування під дією власної ваги. Необхідну глибину каналу, м, визначають за формулою

$$H_{HK} = h_0 + L_K \cdot i_{zc} + h_{\text{пор}}, \quad (19.44)$$

де  $h_0$  – мінімальна висота шару гною під площиною зсуву, при якій

починається його переміщення, м;

$i_{zc}$  – нахил зсуву гнойової маси;

$h_{\text{пор}}$  – висота поріжка, м.

У формулі (19.44) дві невідомі  $h_0$  і  $i_{zc}$ . Для визначення  $h_0$  використовують основний закон динаміки для цього випадку

$$F_\Gamma - F_{BC} - F_{zc} = m_{\text{из}} \cdot a, \quad (19.45)$$

де  $F_\Gamma$  – складова сили ваги гною, що діє вздовж площини зсуву, Н;

$F_{BC}$  – сила тертя по бокових стінках, Н;

$F_{3C}$  – сила опору зсуву, Н;

$m_{ш2}$  – маса переміщуваного шару гною, кг;

$a$  – прискорення, м/с<sup>2</sup>.

Після відповідних припущень і перетворень отримаємо

$$i_{3c} = \sqrt{\frac{\tau_0}{L_K \cdot \rho_{\Gamma} \cdot g}} + 2 \frac{k_{\Gamma}}{g}; \quad h_o = \frac{\tau_0}{\sqrt{\frac{\tau_0 \cdot \rho_{\Gamma} \cdot g}{L_K}}}; \quad (19.46)$$

$$H_{HK} = L_K \cdot \left( \sqrt{\frac{\tau_0}{L_K \cdot \rho_{\Gamma} \cdot g}} + 2 \frac{k_{\Gamma}}{g} \right) + \left( \frac{\tau_0}{\sqrt{(\tau_0 \cdot \rho_{\Gamma} \cdot g)/L_K}} + h_{nop} \right), \quad (19.47)$$

де  $k_{\Gamma}$  – коефіцієнт опору руху гною боковими стінками;

$g$  – прискорення вільного падіння.

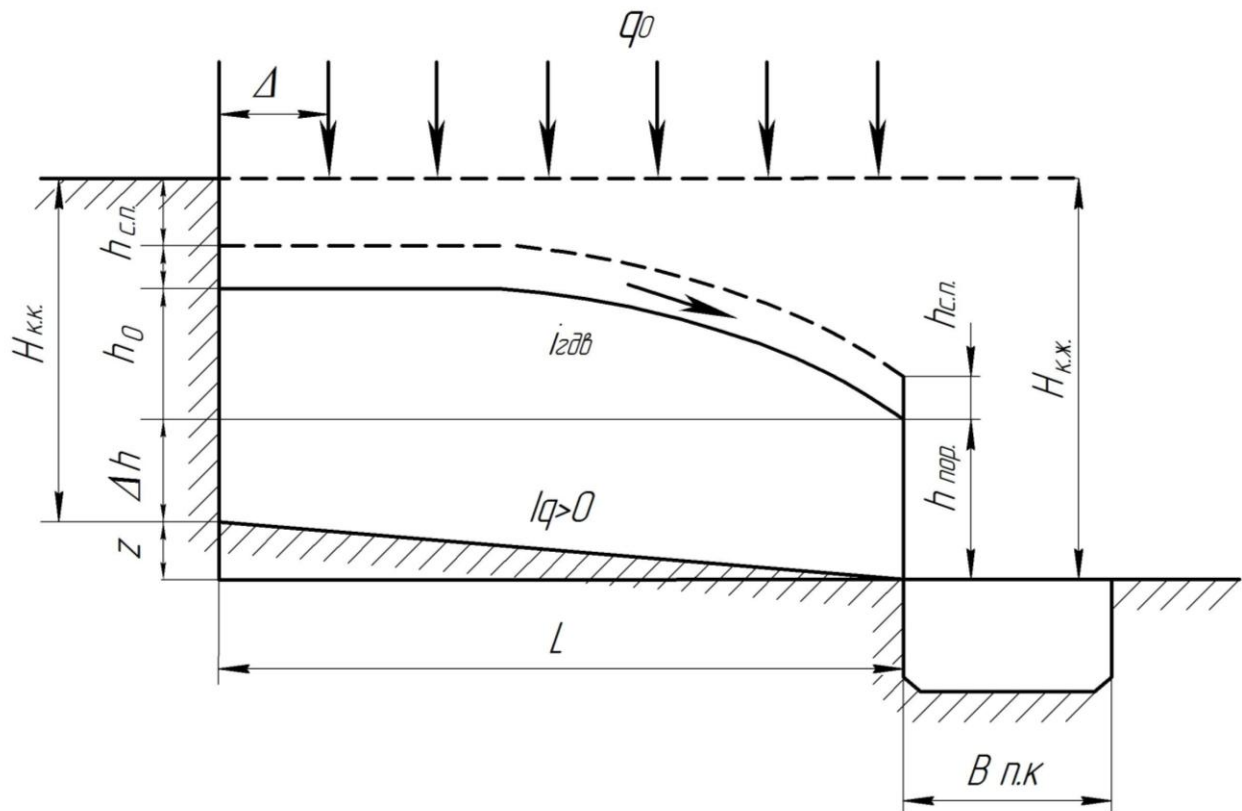


Рисунок 19.2. Схема до розрахунку параметрів самопливної системи видалення гною

## 19.6. Розрахунок кількості транспортних засобів для транспортування гною

Кількість транспортних засобів, які необхідні для перевезення гною в гноєсховище, визначають так.

Продуктивність, т/год, технологічної лінії прибирання гною

$$Q_{TL} = \frac{Q_{ДГ}}{T_{Д}}, \quad (19.48)$$

де  $T_{Д}$  – час, необхідний для прибирання гною з приміщення за добу, год.

Продуктивність, т/год, транспортних засобів

$$Q_{TZ} = \frac{G_{TP}}{t_{цTP}} \cdot \eta_{TP}, \quad (19.49)$$

де  $G_{TP}$  – вантажопідйомність транспортного засобу, т;

$t_{цTP}$  – час циклу транспортування гною транспортним засобом, год;

$\eta_{TP}$  – коефіцієнт використання транспортних засобів,  $\eta_{TP} = 0,7 \dots 0,8$ .

Час циклу, год, завантаження гною на транспортний засіб і транспортування його до гноєсховища

$$t_{цTP} = t_{3Г} + t_{TP} + t_P + t_{XX}, \quad (19.50)$$

де  $t_{3Г}$  – час завантаження гною, год, визначають за формулою

$$t_{3Г} = \frac{G_{TP}}{Q_{TP}}, \quad (19.51)$$

де  $Q_{TP}$  – продуктивність гноєзбирального транспортера або навантажувача гною, кг/год;

$t_{TP}$  і  $t_{XX}$  – час пересування транспортних засобів, год, із гноєм і без гною відповідно між приміщенням і гноєсховищем

$$t_{TP} = \frac{S_{ПГ}}{V_{TZ}}; \quad (19.52)$$

$$t_{XX} = \frac{S_{ПГ}}{V_{XX}}, \quad (19.53)$$

де  $S_{III}$  – середня відстань між приміщенням і гноєсховищем, км;

$V_{T3}$  – швидкість руху транспортного засобу з вантажем, км/год;

$V_{XX}$  – швидкість руху транспортного засобу без вантажу, км/год;

$t_P$  – час розвантаження транспортного засобу, год.

Необхідна кількість транспортних засобів, шт, які повинні забезпечувати технологічну лінію прибирання гною в приміщенні

$$n_{T3} = \frac{Q_{TL}}{Q_{T3}} + 1. \quad (19.54)$$

Якщо отримуємо дробове число, то необхідно заокруглити його до ближчого цілого.

Один транспортний засіб має бути резервним.

На молочнотоварних фермах ВРХ перед кожним доїнням необхідно обов'язково прибрати гній із приміщення, щоб не забруднити молоко. У даному випадку розрахунок необхідно виконувати за цикловим виходом гною, т,

$$Q_{Ц} = \frac{Q_{ДГ}}{Z_{Ц}}, \quad (19.55)$$

де  $Z_{Ц}$  – кількість циклів прибирання гною.

Продуктивність технологічної лінії, т/год, прибирання гною із приміщення визначають за формулою

$$Q_{Л} = \frac{Q_{Ц}}{Q_{ТР}}. \quad (19.56)$$

Подальший розрахунок проводять аналогічно наведеному вище.

## **Лекція 20**

### **МІКРОКЛІМАТ ТВАРИННИЦЬКИХ ПРИМІЩЕНЬ ТА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ЙОГО ПІДТРИМАННЯ**

- 20.1. Фактори мікроклімату тваринницьких приміщень.**
- 20.2. Джерела забруднення тваринницьких приміщень.**
- 20.3. Типи вентиляційних пристроїв.**
- 20.4. Розрахунок повітрообміну тваринницьких приміщень.**
- 20.5. Розрахунок природної вентиляції.**
- 20.6. Розрахунок штучної вентиляції.**
- 20.7. Нагрівання припливного повітря.**
- 20.8. Освітлення тваринницьких приміщень.**
- 20.9. Обладнання для забезпечення мікроклімату.**



## **20.1. Фактори мікроклімату тваринницьких приміщень**

Поняття «мікроклімат» вперше запропонував Леман у 1931 р. (Вища школа землеробства у Відні). Він визначив **мікроклімат приміщень** як середній стан повітряного середовища, що впливає із процесу взаємодії таких метеорологічних факторів, як температура, вологість, випромінювання, тиск повітря й повітрообмін.

Мікроклімат тваринницьких приміщень впливає на продуктивність, розвиток і збереження поголів'я тварин і птиці, термін експлуатації приміщень, умови праці обслуговуючого персоналу.

Продуктивність тварин на 60% залежить від якості кормів та рівня годівлі, на 20% – від породи тварин та їхнього віку і на 20% – від умов утримання (мікроклімату). Відхилення параметрів мікроклімату в приміщеннях від встановлених норм призводить до: зниження надоїв молока до 10...20%; зменшення приросту ваги до 20...30%; збільшення відходу молодняка до 5...40%; зниження яйценосності птиці до 30...35%; додаткових витрат кормів; скорочення терміну використання обладнання, машин та приміщень; зменшення стійкості тварин до захворювань. Через зміну параметрів мікроклімату погіршується якість тваринницької продукції: молоко забруднюється шкідливими газами і пилом, підвищується його кислотність і бактеріальна забрудненість; у курячих яйцях зменшується вміст вітамінів; в овець підривається і ламається вовна.

**Мікроклімат приміщень** – сукупність фізичних властивостей та хімічного складу їх повітряного середовища.

**Параметри мікроклімату:** температура, вологість, напрям і швидкість руху повітря, умови освітленості в приміщенні, механічне (вміст пилу) і біологічне (наявність мікроорганізмів) забруднення, хімічний склад.

Хімічний склад повітря тваринницьких приміщень визначають за вмістом ***вуглекислого газу, аміаку, сірководню.***

Мікроклімат тваринницьких приміщень визначають фізіологією тварин, метеорологічними й технічними факторами.

### ***Фізіологічні фактори:***

- вимоги тварин до температури, вологості, швидкості руху повітря, вмісту газів у приміщенні, освітленості;
- кількість тепла, вологи і газів, що виділяється безпосередньо тваринами чи їхніми екскрементами.

### ***Метеорологічні фактори:***

- умови зовнішнього клімату, тобто сезонні та добові коливання температури, вологості, освітленості у конкретній природно-кліматичній зоні, які впливають на мікроклімат через будівельні конструкції та вентиляцію.

**Технічні фактори:**

- конструкція будівлі, особливо розміри, форма та спосіб обробки приміщень, розміри теплоізоляції конструкцій;
- вентиляція;
- опалення;
- освітленість.

З усіх факторів мікроклімату найбільший вплив на продуктивність сільськогосподарських тварин і споживання ними корму має температура повітря. Біохімічні процеси, що протікають в організмі тварин, а саме, перетворення поживних речовин на м'ясо, молоко і яйця, залежать від зовнішньої температури. Тваринам необхідна енергія корму на підтримання фізіологічних функцій організму. Вони мають механізм теплорегуляції, щоб при зміні температури навколишнього середовища температура їх тіла залишалася постійною.

Оптимальні параметри мікроклімату наведені у табл. 20.1.

Таблиця 20.1

Норми параметрів мікроклімату у тваринницьких і птахівничих приміщеннях

Приміщення		Температура, °С	Відносна вологість, %	Швидкість руху повітря, м/с	Освітленість, лк
Корівники з утриманням:	прив'язним	8...10	80	0,3...0,5	70...80
	безприв'язним	5...8	80	0,3...0,5	70...80
Родильні відділення		12...15	70	0,2...0,3	100...150
Телятники		10...12	75	0,3	100
Приміщення для ВРХ на відгодівлі		8...12	80	0,3	50
Свинарники-маточники		14...18	70	0,3	75
Свинарники-відгодівельники		14...20	75	0,3	50
Приміщення для утримання овець		3...5	80	0,5	50
Стайні для коней		4...6	80	0,5	50
Пташники для дорослих курей при утриманні:	підлоговому	10...12	75	0,3	75
	клітковому	16...18	70	0,3	75

**Оптимальна температура приміщень** така, при якій тварини дають найвищу продуктивність при найменшій витраті корму.

Технологічне обладнання для забезпечення мікроклімату, особливо підтримання температурного режиму, має бути економічно вигідним. Порушення як верхньої, так і нижньої межі оптимальної температури призводить до перевитрат корму, зниження продуктивності, захворювання і навіть загибелі тварин.

Покращення умов мікроклімату можна використати при реконструкції старих будівельних фондів, а також при будівництві та експлуатації великих підприємств промислового тваринництва.

## **20.2. Джерела забруднення тваринницьких приміщень**

Мікроклімат тваринницьких приміщень найбільше забруднюють шкідливі гази – вуглекислий газ ( $\text{CO}_2$ ), аміак ( $\text{NH}_3$ ), сірководень ( $\text{H}_2\text{S}$ ). Крім них можуть бути також речовини з неприємним запахом, – скатол, меркаптан та ін. Уміст цих сполук поки що неможливо виміряти, але наявність їх можна визначити органолептично. Скатол виникає з триптофану при бактеріальному розкладанні білка і надає екскрементам тварин специфічного запаху. Меркаптани є спиртами, в яких атом кисню гідроксильної групи (ОН) заміщений сіркою з неприємним запахом.

**Вуглекислий газ** – безбарвна, негорюча речовина зі слабокислим запахом і смаком. Він є продуктом обміну речовин і виділяється в основному при диханні тварин, частково утворюється при розкладанні екскрементів та залишків корму. Виділення тваринами  $\text{CO}_2$  залежить від їхнього виду, віку, годівлі та продуктивності.

Високі концентрації вуглекислого газу у тваринницьких приміщеннях призводять до зменшення дихання тварин, а при тривалому впливі – до млявості, зниження продуктивності, зниженої опірності тварин захворюванням і навіть до хронічних отруєнь.

Надмір  $\text{CO}_2$  у повітрі тваринницьких приміщень усувають правильною установкою і використанням вентиляційного обладнання. При вентиляції приміщень, коли відносна вологість повітря підтримується в допустимих межах, підвищеної концентрації  $\text{CO}_2$  не буває.

**Аміак** – безбарвний газ із різким запахом, добре розчиняється у воді. Утворюється при гнитті органічних сполук, які мають білок; у тваринницьких приміщеннях – це екскременти.

При вдиханні повітря з високою концентрацією аміаку він розчиняється на слизових оболонках верхніх дихальних шляхів і призводить до їх хімічного опіку. Це сприяє поширенню інфекцій, що наносить шкоду здоров'ю тварин і знижує їхню продуктивність. Загалом аміак шкідливіший для тварин ніж вуглекислий газ.

**Сірководень** – безбарвний, вкрай отруйний газ із запахом тухлих яєць. Розчинність  $H_2S$  у воді менша, ніж  $NH_3$ ; розчин окислюється на повітрі з виділенням сірки (в осад).

Сірководень виникає переважно при бактеріальному гнитті високобілкових продуктів рослинного і тваринного походження, насамперед у гнойовій масі. Сірководень є небезпечною отрутою для кровоносної і нервової систем, тому що при потраплянні в кров, через легені він гальмує активність ферментів, які необхідні для дихання клітин і цим викликає параліч системи дихання.

Гранично допустимі концентрації шкідливих газів у повітрі тваринницьких приміщень наведено у табл. 20.2.

В усіх тваринницьких приміщеннях є **пил**, який утворюється від підстилки, шкірних лусочок, часточок корму і часточок екскрементів, що висихають. Утворення пилу можна обмежити при переході до безпідстилкового утримання, але позбутися від нього повністю неможливо.

Наявність пилу в приміщеннях підвищує витрати на очищення загороджень станків, годівниць, кліток і вентиляційно-опалювального обладнання. Пил, в основному органічного походження, є ідеальним середовищем для бактерій та грибів, що за наявності вологи й тепла забезпечує їх швидке розмноження, а це знижує опірність тварин до розвитку захворювань.

**Найефективніший засіб боротьби зі шкідливими газами, пилом і мікроорганізмами – вентиляція приміщень.**

Таблиця 20.2

Гранично допустимі концентрації шкідливих газів  
у повітрі тваринницьких приміщень

Газ	Тип приміщення	
	Тваринницькі	Пташники
Вуглекислий, %	0,25	0,18...0,20
Аміак, мг/л	0,02	0,01
Сірководень, мг/л	0,01	0,005

### 20.3. Типи вентиляційних пристроїв

**Вентиляція** – це сукупність заходів та пристроїв, що забезпечують необхідний стан повітряного середовища у тваринницьких приміщеннях згідно із зоотехнічними вимогами.

За принципом дії (залежно від способу руху повітря) системи вентиляції поділяють на **природну, штучну або примусову з механічним збудником потоку, і комбіновану.**

У природних системах вентиляції рух повітря відбувається за рахунок різниці тисків стовпів внутрішнього і зовнішнього повітря та вітрового тиску; у примусових – за допомогою вентиляторів.

Класифікація вентиляційних пристроїв тваринницьких приміщень наведена на рис. 20.1.

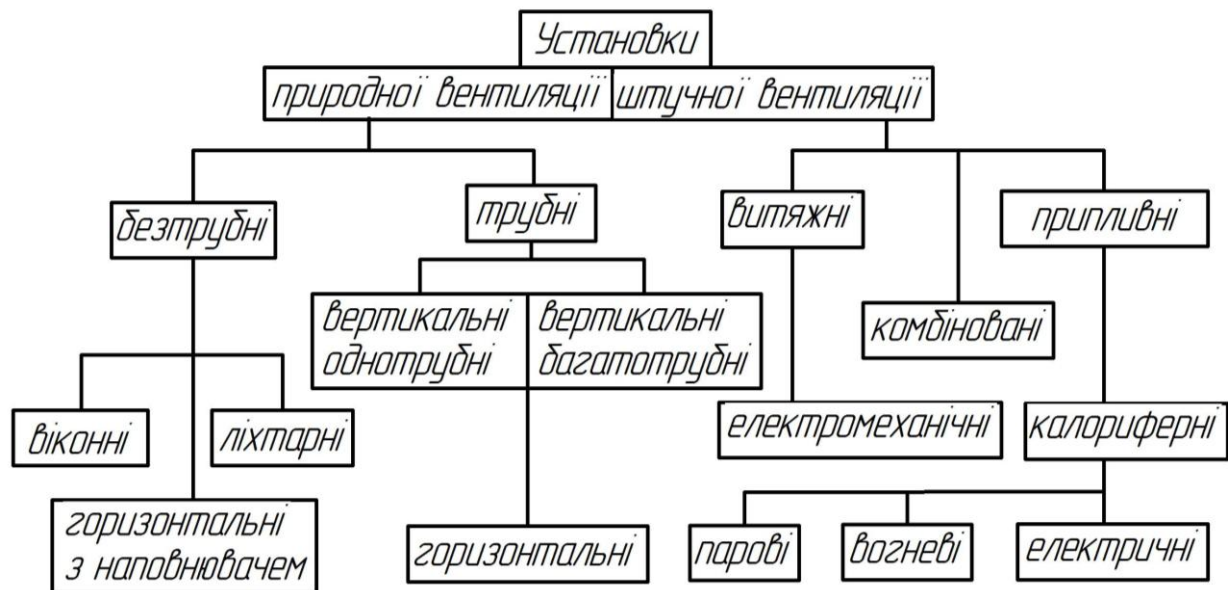


Рисунок 20.1. Класифікація вентиляційних установок

Примусову вентиляцію поділяють на **припливну, витяжну і припливно-витяжну.**

Вентиляцію, яка використовується для подавання зовнішнього свіжого повітря у приміщення, називають **припливною**, а для видалення забрудненого – **витяжною**.

Повітря, яке подається або відводиться вентиляційною системою, може, залежно від умов, відповідним чином оброблятися: нагріватися, охолоджуватися, дезодоруватися (знищення неприємних запахів), знезаражуватися (дезінфекція), зволожуватися або осушуватися.

**Основні умови, що визначають вибір конструкції вентиляційних пристроїв:** технологія утримання і умови розміщення тварин, технічна оснащеність та економічний стан господарства.

Залежно від напрямку основного потоку повітря в приміщенні вентиляційні системи поділяють на **горизонтальні й вертикальні**. Вертикальні системи вентиляції бувають з подаванням повітря згори вниз чи знизу вгору. Рациональним є подавання повітря згори вниз (рис. 20.2).

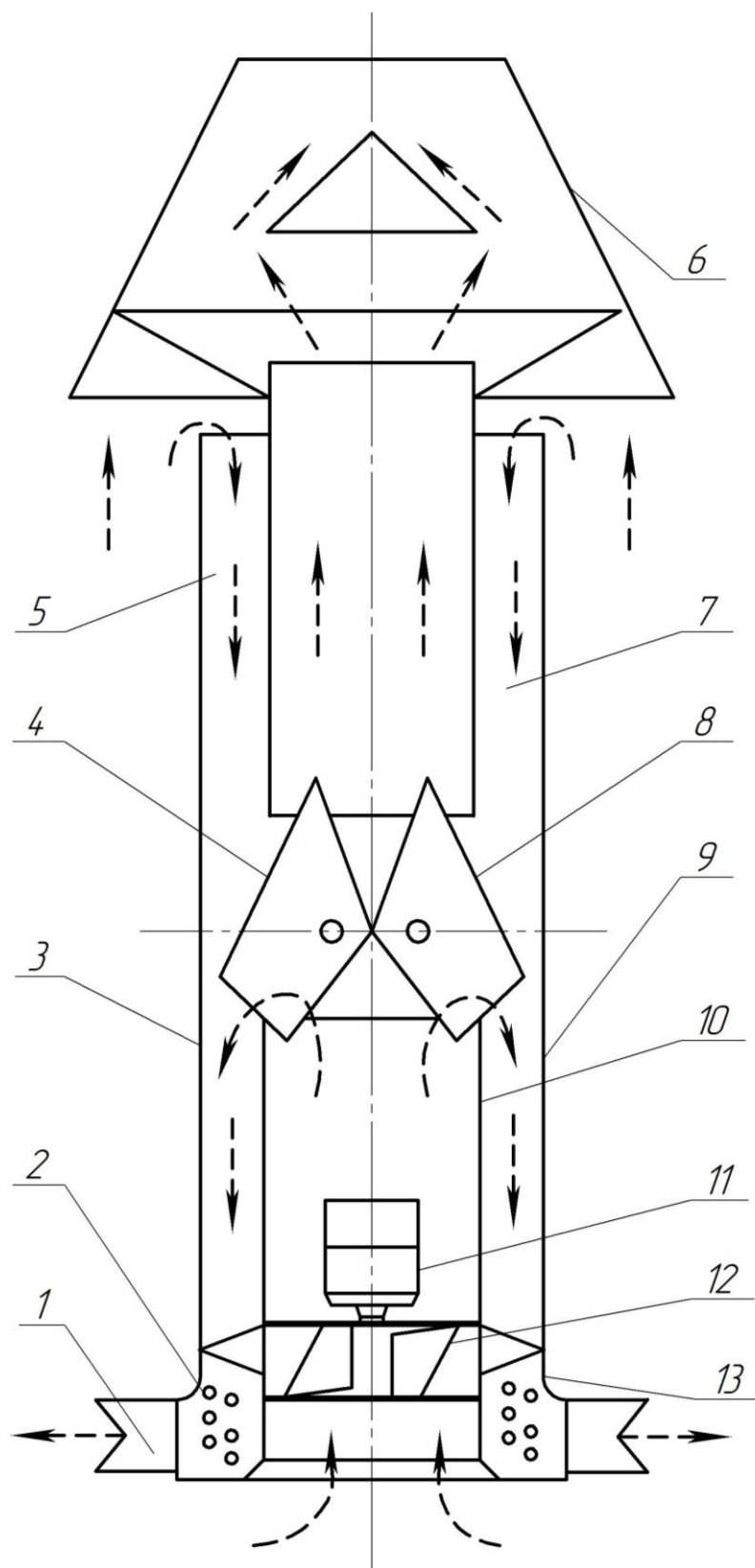


Рисунок 20.2. Схема припливно-витяжної установки:

1 – шарнірний відбивач; 2, 13 – нагрівальні елементи ТЕН-26 і ТЕН-27; 3 – циліндричний кожух; 4, 8 – заслінки поворотні напівциліндричні; 5, 7, 9 – кільцеві припливні канали; 6 – козирок-відбивач; 10 – циліндр внутрішній; 11 – електродвигун; 12 – крильчатка вентилятора

**Вимоги до систем вентиляції тваринницьких приміщень:**

- подавання свіжого і видалення забрудненого повітря безпосередньо із зон перебування тварин і птиці;
- необхідна температура, вологість, газовий склад і швидкість руху повітря незалежно від пори року;
- незалежність роботи від зовнішніх метеорологічних умов;
- відсутність різких змін температур та протягів у приміщенні;
- найдоцільніше використання тепловиділень тварин;
- простота, зручність, надійність та економічність в експлуатації.

**Основні вимоги до конструктивного виконання вентиляційних систем у тваринницьких та птахівничих приміщеннях:**

- витяжні канали влаштовують у нижній частині приміщень, у зоні розташування тварин та під підлогами;
- виходи припливної вентиляції і входи витяжної не можна розташовувати один напроти одного, щоб не було протягів,
- виходи припливної вентиляції і входи витяжної не можна розташовувати на відстані понад 2,5м, інакше в приміщенні можуть утворитися застійні зони;
- припливні канали влаштовувати у верхній або середній частині приміщення та обладнувати дефлекторами для відведення потоків повітря від тварин.

**20.4. Розрахунок повітрообміну тваринницьких приміщень**

Повітрообмін тваринницького приміщення як розрахункова характеристика є відносною годинною витратою припливного повітря, віднесеною до 100кг маси тварин.

Розрахунок повітрообміну у тваринницьких приміщеннях виконують за формулою

$$\nu_B = \frac{G_{BP}}{P_2 - P_1}, \quad (20.1)$$

де  $\nu_B$  – кількість повітря, яке потрібно видалити (подати) з приміщення, м<sup>3</sup>/год;

$G_{BP}$  – кількість шкідливих речовин, які виділяють у приміщення тварини або птиця за годину, м<sup>3</sup>/год;

$P_2$  – допустимі концентрації шкідливих речовин у приміщенні, м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>;

$P_1$  – вміст шкідливих концентрацій у свіжому повітрі, м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>.

**Кількість шкідливих речовин**,  $\text{м}^3/\text{год}$ , які виділяють тварини, визначають за формулою

$$G_{BP} = \sum_{i=1}^n P_i \cdot m_i, \quad (20.2)$$

де  $P_i$  – кількість шкідливих речовин, які виділяє одна тварина або птиця за годину, л/год;

$m_i$  – кількість тварин, що знаходяться в приміщенні, гол. Тоді

$$v_B = \frac{\sum_{i=1}^n P_i \cdot m_i}{P_2 - P_1}. \quad (20.3)$$

Повітрообмін розраховують з умови заданих значень відносної вологості, температури повітря, допустимої концентрації в повітрі шкідливих газів. Визначати його можна окремо для кожного забруднення.

Для забезпечення заданої вологості повітрообмін тваринницького приміщення визначають за формулою

$$W_{\text{вол}} = \frac{10^3 \sum B_m + \sum B_{in}}{w_{\text{в}} \cdot \varphi_{\text{в}} \cdot \rho_{\text{в}} - w_{\text{з}} \cdot \varphi_{\text{з}} \cdot \rho_{\text{з}}}, \quad (20.4)$$

де  $\sum B_m, \sum B_{in}$  – сума вологовиділень тваринами та іншими джерелами відповідно, л/год;

$\varphi_{\text{в}}, \varphi_{\text{з}}$  – відповідно вологоємність внутрішнього і зовнішнього повітря при повному його насиченні і заданій температурі, г/кг;

$\rho_{\text{в}}, \rho_{\text{з}}$  – відповідно густина внутрішнього і зовнішнього повітря,  $\text{кг}/\text{м}^3$ .

Сумарну кількість вологовиділень тварин визначають за формулою

$$\sum B_m = \sum_{i=1}^n B_{i\ m} \cdot m_{i\ m} \cdot n_i, \quad (20.5)$$

де  $B_{i\ m}$  – виділення водяної пари однією твариною, г/год;

$m_{i\ m}$  – кількість тварин певної групи, гол;

$n_i$  – кількість груп тварин.



Якщо необхідно забезпечити заданий хімічний склад повітря, то кратність повітрообміну перевіряють за допустимим умістом шкідливих газів. Наприклад, для заданого вмісту вуглекислого газу кратність визначають за формулою

$$K_{CO_2} = \frac{(CO_2) \cdot m_i}{(CO_2)_{don} - (CO_2)_3}, \quad (20.6)$$

де  $(CO_2)$  – кількість вуглекислого газу, яку виділяє одна тварина, г/год;  
 $(CO_2)_{don}$  – гранична концентрація  $CO_2$  у тваринницькому приміщенні, г/м<sup>3</sup>;  
 $(CO_2)_3$  – концентрація вуглекислого газу у зовнішньому повітрі, г/м<sup>3</sup>.

Аналогічно проводять перевірку необхідної кратності повітрообміну за всіма іншими забрудненнями.

Відношення об'єму повітря, яке подається в приміщення, до об'єму власне приміщення, називають кратністю повітрообміну. Вона показує, скільки разів протягом години повністю замінюється повітря у приміщенні.

Кратність повітрообміну визначають зі співвідношення

$$K_{\Pi} = v_B / v_K, \quad (20.7)$$

де  $v_K$  – корисний об'єм приміщення, м<sup>3</sup>.

Якщо кратність повітрообміну не перевищує 3, то **використовують природну вентиляцію**, а якщо більше 3 – **примусову**. При повітрообміні більше 5, повітря, яке надходить до приміщення, підігрівають (охолоджують).

## 20.5. Розрахунок природної вентиляції

У виробничому приміщенні при природній вентиляції холодніше зовнішнє повітря витісняє тепліше внутрішнє.

Нагріте повітря легше від холодного і внаслідок цього прямує до стелі. Якщо у верхній частині приміщення є отвори, то повітря через них виходить назовні. Замість нього у приміщення входить така ж кількість холодного повітря. Таким чином, створюється природний повітрообмін з витяжкою з верхніх частин приміщення і припливом у нижніх частинах.

Розрахункова схема природної вентиляції приміщень зображена на рис. 20.3.

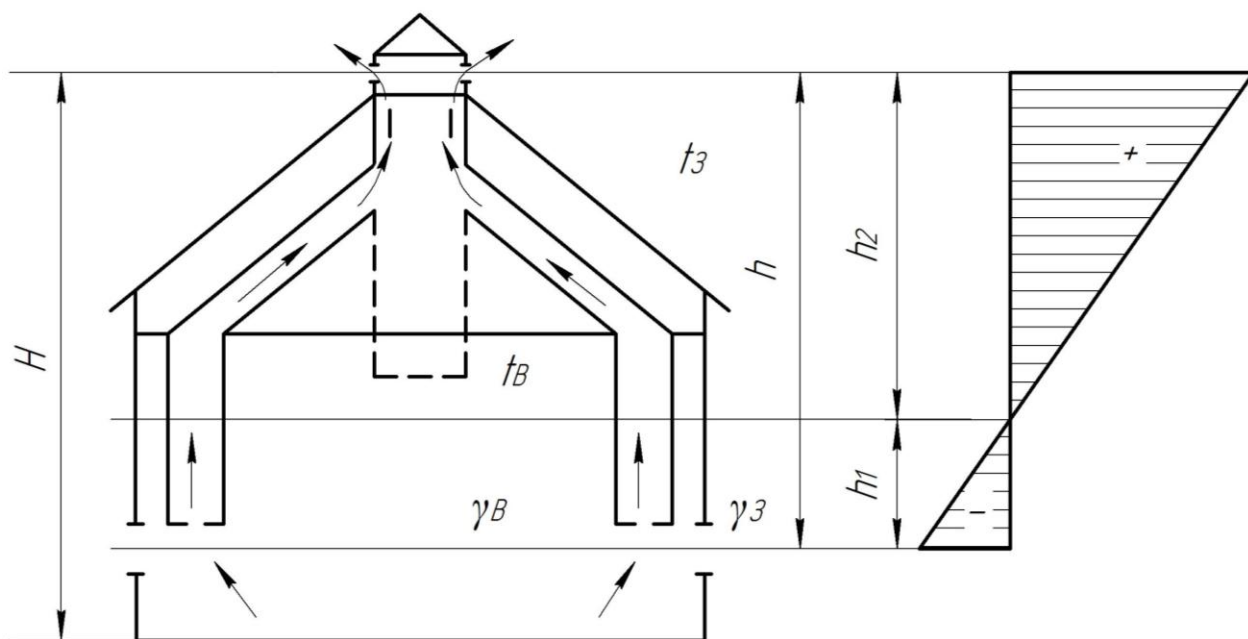


Рисунок 20.3. Розрахункова схема природної вентиляції приміщень

Середній тиск повітря в приміщенні дорівнює тиску навколишнього атмосферного повітря. Але точна їхня рівність спостерігається в якійсь горизонтальній площині, між підлогою і стелею приміщення, яку називають **площиною рівних тисків**. Тиск у навколишній атмосфері й на рівні цієї площини умовно дорівнює нулю. Температура в приміщенні  $t_B$  вища за зовнішню  $t_3$ , і вага  $1\text{ м}^3$  повітря в ньому (питома вага)  $\gamma_B$  буде меншою за питому вагу повітря атмосфери  $\gamma_3$ . Вага стовпа повітря висотою  $h_1$  від центра припливних каналів до площини рівних тисків складає всередині приміщення  $h_1 \cdot \gamma_B$ , у навколишній атмосфері відповідно –  $h_1 \cdot \gamma_3$ . На рівні центра припливних каналів з боку зовнішнього повітря створюється надмірний тиск,  $H_1$ , який дорівнює різниці ваги стовпів повітря, тобто

$$H_1 = h_1 \cdot \gamma_3 - h_1 \cdot \gamma_B = h_1 (\gamma_3 - \gamma_B). \quad (20.8)$$

Різниця тисків, Па, на рівні центра верхніх (витяжних) отворів складе  $H_2 = h_2 (\gamma_3 - \gamma_B)$ .

Тиск у приміщенні вище від зовнішнього. Під впливом зазначених різниць тиску відбувається повітрообмін. Загальну величину теплового напору, Па, визначають за формулою

$$H_T = H_1 + H_2 = h (\gamma_3 - \gamma_B). \quad (20.9)$$

Отже, тепловий напір дорівнює добутку різниці питомої ваги повітря на вертикальну відстань між серединами нижніх і верхніх отворів. З формули (20.9) випливає, що збільшення вертикальної відстані між отворами призводить до збільшення теплового напору.

На вентиляцію великий вплив має **швидкість руху повітря**, м/с, яку визначають за формулою

$$V_{\Pi} = 2,2 \sqrt{\frac{h_K(t_{\Pi} - t_C)}{273}}, \quad (20.10)$$

де  $h_K$  – висота витяжних каналів, приймають 3...9м;

$t_{\Pi}$  – допустима температура повітря всередині приміщення, °С.

$t_C$  – середня температура повітря в осінній і весняний період у даній місцевості, °С.

Швидкість руху повітря у вентиляційних каналах при різній висоті труби та різниці температур наведена у довідковій літературі.

На динаміку вентиляції істотний вплив має вітер, що створює потік повітря при раптовому гальмуванні. Величину його найбільшого тиску,  $P_a$ , визначають за залежністю

$$H_B = H_D = \frac{V_0^2 \cdot \gamma_3}{2g}, \quad (20.11)$$

де  $H_B$  – вітровий або динамічний (швидкісний) тиск,  $H_B = H_D$ , кг/м<sup>2</sup>;

$V_0$  – швидкість зовнішнього повітря, м/с;

$\gamma_3$  – питома вага атмосферного повітря, Н/м<sup>3</sup>;

$g$  – прискорення земного тяжіння, м/с<sup>2</sup>.

Загальну площу відкритих витяжних каналів визначають за об'ємом повітря  $V_B$ , яке повинно надходити в приміщення і видалятися з нього.

**Загальна площа витяжних каналів**, м<sup>2</sup>, дорівнює

$$F_B = \frac{V_B}{3600 \cdot V_{\Pi}}. \quad (20.12)$$

**Кількість витяжних каналів** визначають за формулою

$$K_B = F_B / f_B, \quad (20.13)$$

де  $f_B$  – площа поперечного перетину внутрішнього витяжного каналу, розміри каналів приймають 0,4 × 0,4 м; 0,5 × 0,5 м чи 0,6 × 0,6 м.

Канали повинні виступати над коником даху приміщення на висоту 0,5м, інакше повітрообмін буде нерівномірним.

Об'єм припливного повітря,  $\text{м}^3$ , визначають за формулою

$$V_{\Pi} = V_B (1 - \beta), \quad (20.14)$$

де  $\beta$  – коефіцієнт природного проникнення повітря через пори стін,  
 $\beta = 0,3 \dots 0,5$ . Перша цифра – для цегельних і глинобитних стін,  
друга – для дерев'яних.

**Загальну площу припливних каналів,  $\text{м}^2$ , визначають за формулою**

$$F_{\Pi} = \frac{V_{\Pi}}{3600 \cdot V_{\Pi}}. \quad (20.15)$$

**Кількість припливних каналів визначають за формулою**

$$K_{\Pi} = F_{\Pi} / f_{\Pi}, \quad (20.16)$$

де  $f_{\Pi}$  – площа поперечного перетину внутрішнього припливного каналу,  
розміри каналу приймають  $0,25 \times 0,25 \text{ м}$ .

При видаленні надлишкового тепла, тобто для підтримання температури всередині тваринницького приміщення на заданому рівні, об'єм повітрообміну,  $\text{м}^3/\text{год}$ , визначають за формулою

$$V_T = \frac{\sum Q_{\text{надл}}}{0,24 (t_B - t_3)}, \quad (20.17)$$

де  $Q_{\text{надл}}$  – сумарна надлишкова кількість тепла в приміщенні,  $\text{кДж/год}$ ;

$t_3$  – температура зовнішнього повітря,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$t_B$  – температура повітря,  $^{\circ}\text{C}$ , що видаляється з приміщення через витяжні канали, визначають за емпіричною формулою

$$t_B = t_P + k_t (H - h), \quad (20.18)$$

де  $t_P$  – температура повітря в робочій зоні аерації, приймають на  $3 \dots 5^{\circ}\text{C}$  вище від температури зовнішнього повітря;

$k_t$  – коефіцієнт наростання температури повітря за висотою приміщення, тобто температурний градієнт,  $k_t = 1 \dots 1,5$ ;

$H$  – відстань від підлоги до центра витяжних фрамуг,  $\text{м}$ ;

$h$  – висота робочої зони,  $\text{м}$ .

Сумарну надлишкову кількість теплоти, кДж/год, у приміщенні визначають за формулою

$$\sum Q_{\text{надл}} = Q_{\text{тв}} + Q_{\text{ел}} + Q_{\text{осв}} + Q_{\text{рад}} - Q_{\text{втр}}, \quad (20.19)$$

де  $Q_{\text{тв}}$ ,  $Q_{\text{ел}}$ ,  $Q_{\text{осв}}$ ,  $Q_{\text{рад}}$  – тепловиділення тваринами, електросиловими установками, електроосвітлювальними приладами, сонячною радіацією відповідно, кДж/год;

$Q_{\text{втр}}$  – теплові втрати приміщення, кДж/год.

Для попередніх розрахунків сумарні втрати тепла можна визначати за формулою

$$\sum Q_{\text{надл}} = \sum_{i=1}^n q_i \cdot m_i, \quad (20.20)$$

де  $q_i$  – кількість теплоти, яку виділяє одна тварина, кДж/год.

## 20.6. Розрахунок штучної вентиляції

Вентиляція зі штучним подаванням повітря переважає природну тому, що електромеханічні збудники видаляють із приміщення потрібну кількість повітря і подають свіже повітря у будь-яке місце приміщення. Отже, для тварин створюються оптимальні умови навколишнього середовища.

Розрахунок вентиляційних систем проводиться з урахуванням того, що вони повинні працювати періодично, тому їхня продуктивність у 2...3 рази вища, ніж природна.

**Продуктивність вентилятора**, м<sup>3</sup>/год, визначають за формулою

$$Q_B = \frac{(2...3) \nu_B}{K_B}. \quad (20.21)$$

Дво- і триразове збільшення повітрообміну необхідне для резервування часу на проведення профілактичних та інших заходів системи вентиляції. При  $Q_B \leq 8000 \text{ м}^3/\text{год}$  вибирають схему з одним вентилятором, при  $Q_B \geq 8000 \text{ м}^3/\text{год}$  – з кількома. При цьому продуктивність кожного вентилятора не повинна бути більшою, ніж  $8000 \text{ м}^3/\text{год}$ .

**Діаметр трубопроводу, м, розраховують за формулою**

$$D = \frac{1}{30} \sqrt{\frac{Q'_B}{\pi \cdot V_T}}, \quad (20.22)$$

де  $Q'_B$  – дійсна продуктивність вентилятора, м<sup>3</sup>/год;

$V_T$  – швидкість повітря у трубопроводі,  $V_T = 10...15$  м/год.

Підраховують втрати напору, Па, у трубопроводі за формулою

$$H_{mp} = \lambda \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{\gamma_{\Pi} \cdot V_T^2}{2g}, \quad (20.23)$$

де  $\lambda$  – коефіцієнт тертя повітря,  $\lambda = 0,02$ ;

$\gamma_{\Pi}$  – питома вага повітря,  $\gamma_{\Pi} = 1,2$  Н/м<sup>3</sup>;

$L$  – довжина трубопроводу, м;

$D$  – діаметр трубопроводу, м.

Втрати напору, Па, від місцевих опорів підраховують за формулою

$$h_{m.o} = \frac{\gamma_{\Pi} \cdot V_T^2}{2g} \cdot \sum \zeta, \quad (20.24)$$

де  $\sum \zeta$  – сума коефіцієнтів місцевих опорів.

Значення коефіцієнтів втрат напору від місцевих опорів наведено у довідковій літературі.

Загальні втрати напору, Па, складуть

$$H = H_{mp} + h_{m.o}. \quad (20.25)$$

Знаючи продуктивність вентилятора і швидкість руху повітря за номограмами (довідкова література), визначають номер вентилятора та коефіцієнт корисної дії й розраховують частоту обертання, с<sup>-1</sup>, вентилятора за формулою

$$n = \frac{A}{60 \mathcal{N}_2}, \quad (20.26)$$

де  $A$  – параметр вентилятора, визначають з номограми;

$\mathcal{N}_2$  – номер вентилятора, визначають з номограми.

**Розрахункову потужність двигуна вентилятора, Вт, визначають за формулою**

$$N_{\partial\phi} = \frac{Q'_B \cdot H_1}{\eta_B \cdot \eta_{\text{пер}}}, \quad (20.27)$$

де  $H_1$  – напір, створюваний вентилятором, мм вод.ст., визначають з номограми;

$\eta_B$  – коефіцієнт корисної дії вентилятора, для осьових однолопатевих  $\eta_B = 0,2...0,3$ ; для осьових багатоланкових  $\eta_B = 0,44...0,6$ ;

$\eta_{\text{пер}}$  – коефіцієнт корисної дії пасових передач привода вентилятора  $\eta_{\text{пер}} = 0,85...0,9$ .

### 20.7. Нагрівання припливного повітря

Припливне повітря підігрівають при кратності повітрообміну тваринницьких приміщень  $K_{\Pi} > 5$ .

**Загальну теплопродуктивність**, кДж, обладнання для конкретного тваринницького приміщення обчислюють за рівнянням

$$Q_{\text{заг}} = Q_{\text{ПП}} + Q_B - Q_{\text{ТВ}}. \quad (20.28)$$

Кількість тепла, кДж, необхідну для підігрівання повітря, визначають за формулою

$$Q_{\text{ПП}} = 1,3 (t_B - t_3), \quad (20.29)$$

де  $t_B$  і  $t_3$  – відповідно температура всередині та зовні приміщення, °С.

Теплові втрати будівлі, кДж, підраховують за формулою

$$Q_B = K_{\Pi} \cdot F_{\text{СС}} (t_B - t_3), \quad (20.30)$$

де  $F_{\text{СС}}$  – площа стін і стелі тваринницького приміщення, м<sup>2</sup>;

$K_{\Pi}$  – коефіцієнт теплопровідності, визначають за довідковими даними.

Кількість тепла, кДж/год, яке виділяється тваринами, визначають за формулою

$$Q_{\text{ТВ}} = K_T \cdot F_T (t_T - t_{\Pi}), \quad (20.31)$$

де  $K_T$  – коефіцієнт тепловіддачі від конвекції і випромінювання,

$K_T = 13,19...19,76$  ккал(м·год·град);

$F_T$  – площа поверхні тіла, через яку відбувається теплообмін, м<sup>2</sup>;  
 $t_T, t_{II}$  – відповідно температура поверхні тіла тварин і  
навколишнього повітря, °С.

Це тепло необхідно компенсувати тепловими установками з паровим, водяним чи повітряним теплоносієм.

**Продуктивність калорифера**, кДж/год, визначають за формулою

$$Q_K = k_0 \cdot F_0 \cdot \Delta t, \quad (20.32)$$

де  $k_0$  – коефіцієнт теплопередачі від калорифера до повітря для одного ряду труб,  $k_0 = 46,05 \dots 184,22$  кДж(м<sup>2</sup>·год·град). Менше значення при швидкості проходження повітря 0,02м/с, більше – при 0,3м/с;

$F_0$  – поверхня нагрівання калорифера, м<sup>2</sup>;

$\Delta t$  – перепад температур.

Різницю температур теплоносія і повітря, °С, знаходять за формулою

$$\Delta t = t_{cp.T} - t_{cp.II} = 0,5[(t_1 + t_2) - (t_B - t_3)], \quad (20.33)$$

де  $t_{cp.T}$  – середня температура теплоносія, °С;

$t_{cp.II}$  – середня температура повітря, °С;

$t_1$  – температура повітря при вході у калорифер, °С;

$t_2$  – температура повітря при виході з калорифера, °С.

## 20.8. Освітлення тваринницьких приміщень

Важливим параметром мікроклімату тваринницьких приміщень є **освітленість**. Дія світла підсилює обмін речовин, стимулює окисні процеси, підвищує стійкість організму до хвороб, відтворювальну здатність маточного поголів'я, продуктивність тварин.

Недостатнє освітлення у тваринницьких приміщеннях викликає перенапругу нервової системи тварин, погіршує обмінні процеси, що негативно позначається на їхній продуктивності. Нестачу природної освітленості доповнюють застосуванням штучного світла, особливо в осінньо-зимовий період.

В умовах промислового виробництва продукції тваринництва значення освітлення ферм і комплексів зростає. Збалансовані корми, приготовлені відповідно до сучасних вимог, потребують середньої освітленості тваринницьких приміщень до 20...80лк, а в місцях доїння – не менше 100лк.



Утримання свиноматок при природній освітленості 70...100лк (порівняно з 6...8лк) підсилює білково-вітамінний обмін, сприяє збільшенню маси поросяти при народженні в середньому на 5...15%. Збільшення природної освітленості в корівниках з 5 до 70...80лк сприяє зниженню захворюваності телят на 20%, підвищенню приростів ваги в середньому на 9...12%.

Для забезпечення необхідної освітленості в зонах розташування тварин використовують **звичайні лампи розжарювання і лампи розжарювання з дзеркальним шаром** напругою на 127 і 220В, а також **люмінесцентні**. Порівняно з лампами розжарювання люмінесцентні мають недоліки: пульсація світлового потоку, вплив на роботу лампи умов навколишнього середовища, складна схема ввімкнення, менша надійність у роботі. Крім того, при температурі від 0 до  $-10^{\circ}\text{C}$  запалювання лампи ускладнене. Оптимальна температура повітря для роботи люмінесцентних ламп  $+15...45^{\circ}\text{C}$ .

Для рівномірної освітленості приміщень потрібно, щоб на лампу припадало не більше  $25\text{м}^2$  поверхні підлоги. Відстань між лампами не повинна перевищувати 5м.

Освітленість всередині приміщень оцінюється **коефіцієнтом природної освітленості** (КІТО), що відображається у відсотках співвідношенням освітленості всередині приміщення до освітленості горизонтальної площини за межами приміщення.

Для тваринницьких приміщень КІТО має бути при верхньому освітленні не менше 0,8, а при боковому – 0,5.

Рівень освітленості регламентується також відношенням площі вікон до площі підлоги. Норми освітленості наведені у довідковій літературі.

Найбільш розповсюджені методи розрахунку штучного освітлення тваринницьких приміщень – точковий і нормативний.

При точковому світловий потік  $\Phi$  визначають за формулою

$$\Phi = \frac{E \cdot F_{\Pi} \cdot k_3 \cdot k_H}{N_C \cdot \eta}, \quad (20.34)$$

де  $E$  – норма освітленості, лк;

$F_{\Pi}$  – площа освітлюваного приміщення,  $\text{м}^2$ ;

$k_3$  – коефіцієнт запасу;

$k_H$  – коефіцієнт нерівномірності освітлення;

$N_C$  – потужність світильника, кВт;

$\eta$  – коефіцієнт використання світлового потоку.

Потужність, Вт, необхідну для освітлення приміщення при застосуванні нормативного методу визначають за формулою

$$N_{OC} = \frac{\varpi \cdot F_{II}}{n_C \cdot n_L}, \quad (20.35)$$

де  $\varpi$  – питома потужність, залежить від нормативної освітленості, типу світильника і висоти його підвісу, Вт/м<sup>2</sup>;

$n_C$  – кількість світильників;

$n_L$  – кількість ламп у світильнику.

Для автоматичного керування тривалістю та інтенсивністю освітлення приміщень, особливо у птахівництві, використовують пристрої продовженого світлового дня з програмним керуванням.

Сприятливо впливає на тварин сонячне світло. Ультрафіолетові промені активізують провітамін, що сприяє зміцненню кісткової системи, а також попереджає виникнення рахіту. Скло не пропускає ультрафіолетових променів, тому в період стійлового утримання тварин застосовують штучне **ультрафіолетове опромінення (УФ)**. Як джерела УФ випромінювання застосовують **ртутно-кварцові та еритемні лампи** (ЛЕ-15, ЛЕР-40, ДРВЕД-220-160, ДБ-15, ДВ-30-1, ДБ-60, ДРТ-375 і ДРТ-1000) потужністю від 15 до 1000Вт.

Джерела УФ опромінення з інфрачервоним обігрівом умонтовують у світильники, брудери, установки комплексного електрофізичного впливу типу ІКУФ. Складаються вони з опромінювачів, до яких входять дві інфрачервоні лампи ІКЗК/220-250 і одна ультрафіолетова ЛЕ-15, блока керування і силових щитів.

Тварини звикають до опромінення повільно, тому спочатку повну дозу замінюють частинами з перервами в кілька діб. Повну норму опромінення можна давати через 15...20діб. При опроміненні молодняка необхідно суворо дотримуватися дозування, тому що він найбільше піддається захворюванням.

## 20.9. Обладнання для забезпечення мікроклімату

Мікроклімат тваринницьких приміщень забезпечують вентиляційні та каналізаційні системи, теплогенератори та обладнання для обігрівання.

Мікроклімат тваринницького приміщення може забезпечуватися тільки вентиляцією (рис. 20.4), яка, регулюючи повітрообмін, підтримує оптимальний температурно-вологісний режим і хімічний склад повітря.

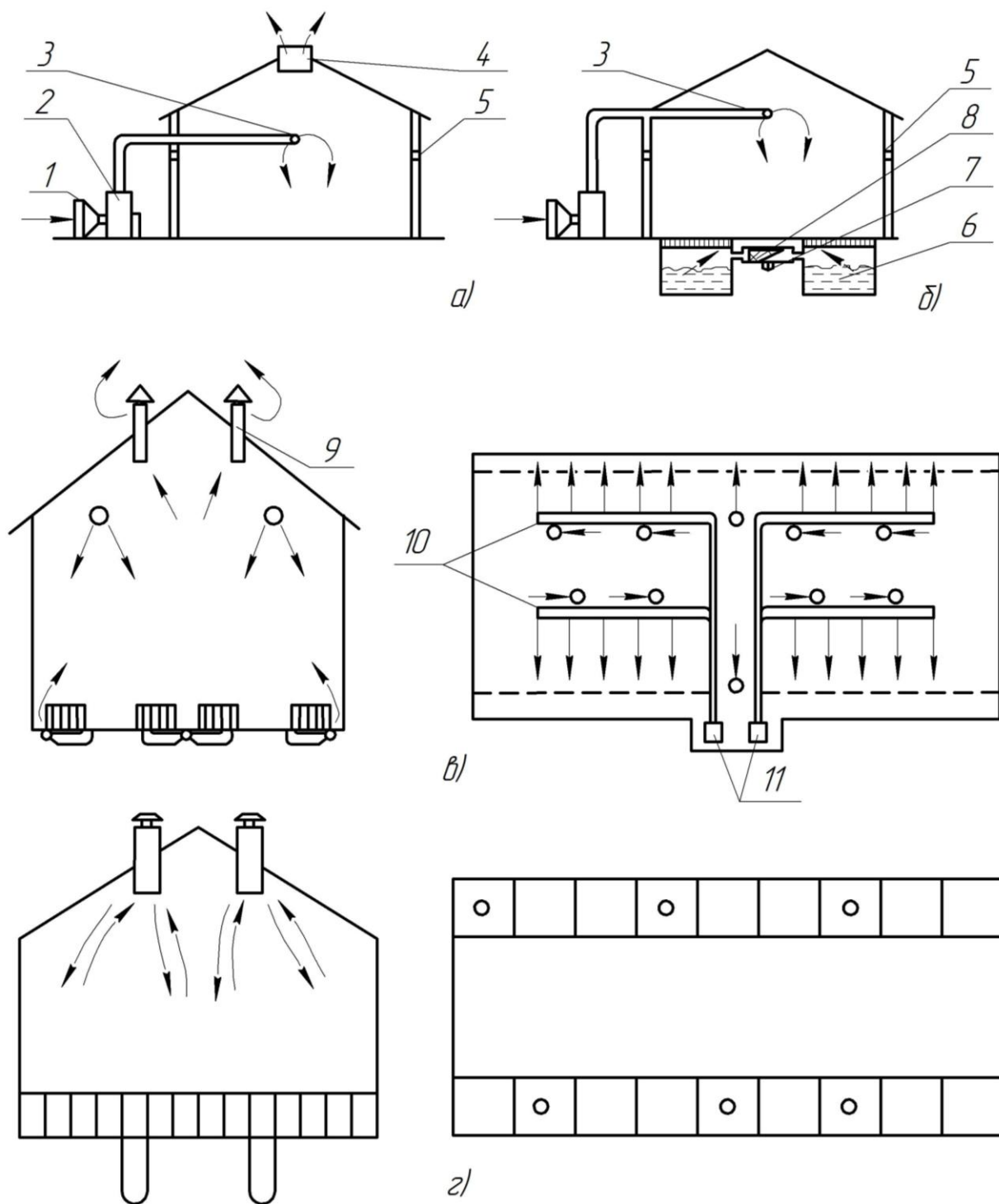


Рисунок 20.4. Схеми систем забезпечення мікроклімату у тваринницьких приміщеннях:

*а* – корівники з прив'язним і безприв'язним утриманням тварин;

*б* – приміщення з підпідлоговим зберіганням гною;

*в* – комплекси на 24 тис. свиней на рік;

*г* – комплекси на 108 тис. свиней на рік;

1 – калорифер; 2 – припливний вентилятор; 3 – повітропровід; 4 – витяжна шахта; 5 – вікно;

6 – витяжний канал; 7 – витяжний вентилятор; 8 – верхній повітропровід; 9 – витяжна шахта з вентилятором; 10 – витяжні канали; 11 – вентиляційно-опалювальні агрегати

**Каналізація** – сукупність інженерних споруд, призначених для прийому і транспортування стічних вод до очисних споруд з метою їхнього очищення і знезаражування.

Найпоширеніший спосіб знезаражування – тривале витримуванням стічних вод у накопичувачах (6...7 місяців). На великих тваринницьких комплексах для знезараження стоків застосовують іонізуюче опромінювання. Впроваджуються біоенергетичні установки для отримання метану з рідкого гною.

Трубопроводи для монтажу внутрішньої каналізаційної мережі ферм і комплексів (діаметр не менше 150мм) виконують для самопливних ліній із керамічних, азбестоцементних і поліетиленових труб, а для гнойових ліній – з азбестоцементних і поліетиленових. Їх укладають на глибину 0,3м. Мінімальний ухил при самопливній каналізації для труб діаметром 150мм приймають 0,007; для труб діаметром 200мм – 0,005.

Максимальна швидкість руху рідини для неметалевих труб не повинна перевищувати 4м/с.

Ефективний спосіб створення оптимальних режимів мікроклімату у тваринницьких приміщеннях – застосування **комбінованих систем опалення і примусової вентиляції** з частковою чи повною автоматизацією. З цією метою в системі забезпечення мікроклімату встановлюють теплогенератори різного типу і припливні вентилятори для змішування гарячого і холодного повітря.

У зимовий період працює припливно-витяжна вентиляція з підігріванням повітря **теплогенераторами**. Система керування теплогенераторами передбачає автоматичне регулювання їхньої теплопродуктивності за принципом «великий вогонь – малий вогонь».

Основні марки теплогенераторів, які використовуються на тваринницьких фермах і комплексах, – ТГ-1А; ТГ-1,5; ТГ-2,5А; ТГ-3,5; ТГ-150; ТГ-500; ТГА-50.

Для підігрівання припливного повітря в зимовий час застосовують також засоби локального обігрівання: електрокалорифери серії СФО чи ОКБ, водяні калорифери серії КФС чи КФБ, автоматизовані припливно-вентиляційні системи серії ПВУ.

Для підтримання в заданих межах параметрів повітря у тваринницьких приміщеннях використовують комплект «Клімат-4». Його основні вузли: осьові пропелерні вентилятори, теплогенератори для нагрівання повітря, або електричні калорифери, система автоматичного керування.

Необхідний повітрообмін для різних умов досягається зміною частоти обертання вентиляторів.

Обладнання призначене для роботи з автоматизованими теплогенераторами і залежно від типу електровентилятора має три типорозміри виконання: «Клімат-44», «Клімат-45», «Клімат-47».

Кожен вентилятор приводиться в рух від окремого електродвигуна, до вала якого втулкою прикріплено чотири лопаті вентилятора. На валу встановлена гумова манжета, яка охороняє електродвигун від потрапляння рідини і твердих тіл.

Вентилятори встановлюють так, щоб електродвигун знаходився в приміщенні. На вході кожного вентилятора встановлюють жалюзі, що відкриваються повітряним потоком.

Залежно від температури повітря в приміщенні система автоматичного керування дозволяє регулювати продуктивність зміною числа обертів вентилятора і кількості працюючих вентиляторів. Про температуру повітря в приміщенні сигналізують встановлені в ньому датчики температури. Це – напівпровідникові термопари. Заданий температурний режим (температуру ввімкнення й вимкнення теплогенератора, температуру від'єднання вентилятора) встановлюють за допомогою терморегуляторів станції керування.

**Установки автоматичного підтримання мікроклімату** типу ПВУ є принципово новими за конструктивним виконанням і принципом роботи.

Комплекти автоматичних припливно-витяжних установок ПВУ-4, ПВУ-6, ПВУ-9 відрізняються тим, що в них об'єднано приплив і витяжку повітря в одному агрегаті й немає необхідності облаштовувати у приміщеннях розподільні повітроводи.

Комплект ПВУ-6 складається із шести припливно-витяжних шахт, які встановлюють у перекритті, шести силових блоків і пульта керування.

Повітря засмоктується в кільцевий зазор між кожухом і внутрішнім циліндром лопатками крильчатки вентилятора й за необхідності підігрівається електронагрівальними елементами. Припливне повітря може перемішуватися з теплим, що видаляється з приміщення в міру відкриття регулюючих заслінок. Положення їх змінюються приводним електродвигуном СД-54 і чотирма мікроперемикачами МП-210, які встановлені на приводному пристрої заслінок. Коли заслінки закриті, агрегат працює в режимі циркуляції внутрішнього повітря з можливим підігріванням його при надходженні невеликої кількості свіжого повітря. При повному відкритті заслінок по кільцевому каналу в приміщення подається тільки свіже повітря з підігріванням його в холодний період. Витяжка повітря з приміщення здійснюється внутрішніми лопатками крильчатки вентилятора через внутрішній циліндр агрегату.

## **Лекція 21**

### **МАШИНИ ТА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВОДОПОСТАЧАННЯ ТВАРИННИЦЬКИХ ФЕРМ І НАПУВАННЯ ТВАРИН**

- 21.1. Джерела води і схеми механізованого водопостачання тваринницьких ферм і комплексів.**
- 21.2. Водозабірні споруди і водопідйомники.**
- 21.3. Насосні станції, напірно-регулювальні споруди й водопроводи.**
- 21.4. Механізація напування тварин і птиці.**

### **21.1. Джерела води і схеми механізованого водопостачання тваринницьких ферм і комплексів**

Тваринницькі ферми і комплекси витрачають воду на технологічні, гігієнічні, господарські й протипожежні потреби.

Водопостачання об'єктів тваринництва забезпечує нормальні умови утримання тварин і птиці, підвищує їх продуктивність, якість отримуваної продукції, знижує її собівартість, покращує культуру праці обслуговуючого персоналу.

Вода для напування тварин і птиці повинна бути високої якості, в достатній кількості й у будь-який час доби.

Норми споживання води на фермі включають її витрати для напування тварин і птиці, підготовку кормів до згодовування, санітарну обробку тварин (миття й чищення), миття й дезінфекцію молочного обладнання, охолодження молока, гігієну обслуговуючого персоналу, прибирання виробничих приміщень, змивання, транспортування гною.

З економічних міркувань ферму постачають водою з одного джерела, тому важливою є придатність води для задоволення всіх потреб.

***Якщо водопостачання ферми і розташованого поблизу населеного пункту здійснюють з одного джерела, то загальну витрату води визначають видом і кількістю споживачів, добовими нормами, режимом споживання та характером виробничих процесів.***

Потрібні витрати води за умови збереження її якості можна забезпечити за допомогою механізованої **системи водопостачання** (рис. 21.1).

Вимоги до якості питної води визначені стандартом. Для напування дорослих тварини використовують воду температурою  $+12...14^{\circ}\text{C}$ , для молодняка відповідно  $+15...16^{\circ}\text{C}$ . Для визначення якості води та її придатності до споживання, роблять бактеріологічний, фізичний та хімічний аналізи.

Найперспективніший **метод очищення** води на великих фермах і комплексах – **ультрафіолетове опромінювання**.

**Джерела водопостачання** тваринницьких ферм і комплексів: **поверхневі** (води річок, природних і штучних водоймищ), **підземні** та **атмосферні** води. ***Недоліки поверхневих вод:*** кількість води, її якість і температура змінні й залежать від пори року; значно забруднені порівняно з підземними джерелами, потребують ретельного очищення, що значно здорожчує вартість водопостачання.

**Підземні** (закриті) **джерела** можуть бути **грунтовими** і **міжпластовими**. Води, які залягають на глибині 40...50м від поверхні землі (над першим водонепроникним шаром), називають **грунтовими**. Грунтових вод небагато, вони не мають напору. До ґрунтових також належать підземні води, що залягають на невеликій глибині (3...5м від

поверхні землі), які називають **верховодками**. Ці води можуть забруднюватися нечистотами, які просочуються з поверхні. Води, які залягають між двома водонепроникними пластами, називають **міжпластовими**. Їх поділяють на **безнапірні** й **напірні** (артезіанські). **Напірні (артезіанські) води** заповнюють усю товщину водоносної породи і під тиском піднімаються у колодязях на велику висоту, а іноді й фонтанують. **Безнапірні води** залягають між двома водонепроникними пластами породи, не заповнюють увесь пласт і мають вільну поверхню.

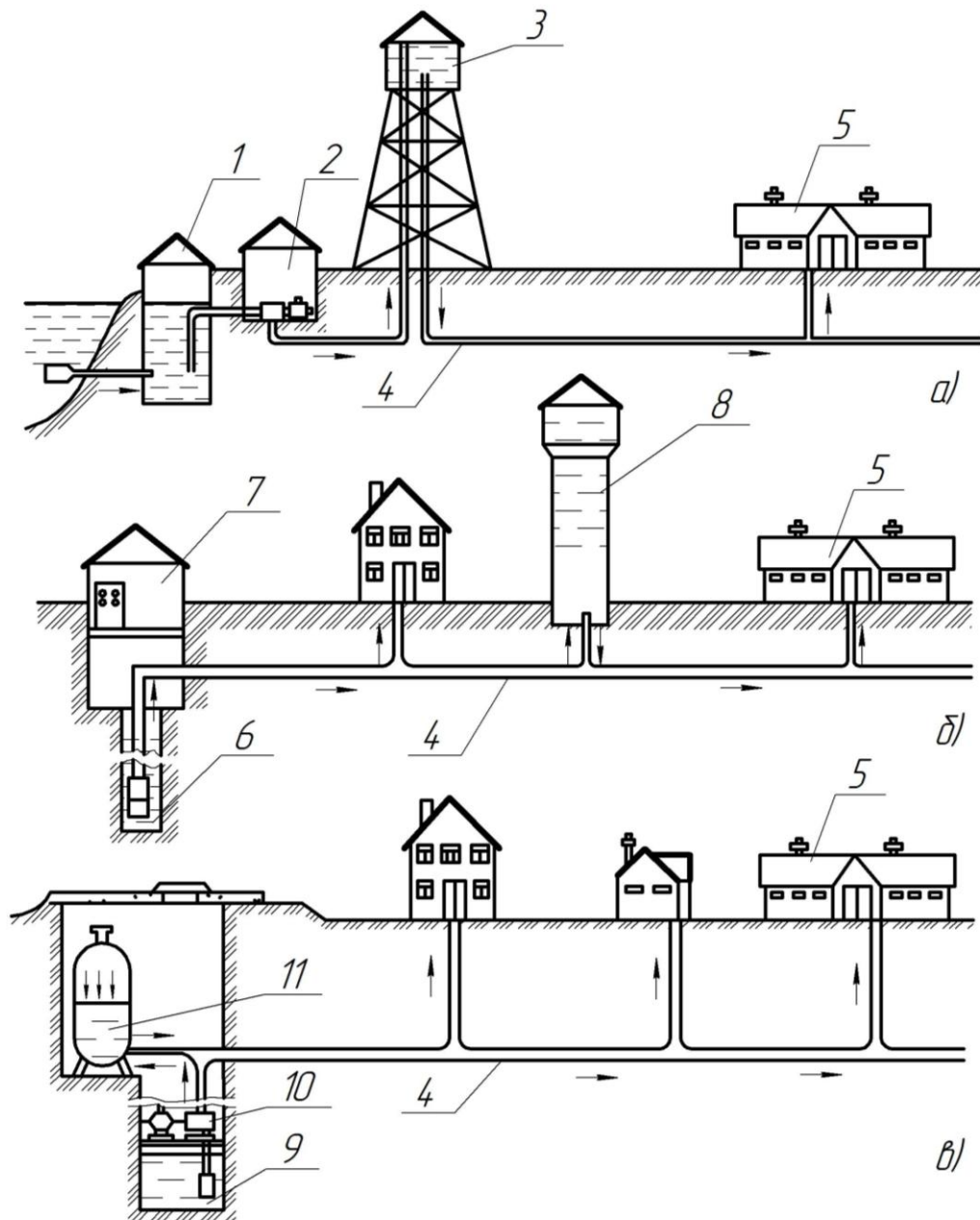


Рисунок 21.1. Схеми водопостачання при забиранні води з:

*a* – відкритого водоймища; *б* – бурового колодязя; *в* – шахтного колодязя; 1 – береговий колодязь; 2 – насосна станція; 3 – водонапірний бак; 4 – водопровідна мережа; 5 – споживачі води; 6 – буровий колодязь; 7 – насосна станція з глибинним електронасосом; 8 – водонапірна станція; 9 – шахтний колодязь; 10 – насосна станція; 11 – повітряно-водяний бак



Міжпластові води захищені від поверхневого забруднення і мають добрі смакові якості. Запаси міжпластових вод великі; температура їх протягом року змінюється незначно. Ці джерела вважають найкращими для водопостачання.

**Система водопостачання** – сукупність об'єднаних у потокові лінії машин, обладнання та інженерних споруд, призначених для добування, перекачування, покращення якості, зберігання й подавання води від вододжерел до місць її споживання.

**Системи водопостачання є групові й локальні.** **Групові** – призначені для централізованого водопостачання кількох великих об'єктів, зв'язаних спільністю території (місто, район і т.п.). **Локальні** – призначені для обслуговування одного індивідуального об'єкта водопостачання (господарство, тваринницький комплекс і т.п.). Локальна система має автономне джерело води, насосну станцію, водопровідну мережу.

Залежно від розташування вододжерела щодо споживачів води застосовують **напірні або самотливні системи водопостачання.**

Системи водопостачання залежно від типу водонапірного обладнання можуть бути баштові й безбаштові з пневматичною водопідіймальною (пневмогідравлічною) установкою.

**Система механізованого водопостачання** (див. рис. 21.1) включає вододжерело, водозабірники й очисні пристрої, водопіднімальне обладнання й споруди (насосні станції), напірні водопроводи, напірно-регульовальні споруди, засоби керування та автоматизації, розподільну й регульовальну апаратуру, роздавальні пристрої (автонапувалки, водороздавачі, гідранти, крани).

Для забирання води з різних джерел використовують **водозабірні споруди.**

Із **відкритих водоймищ** і водотоків воду беруть за допомогою **руслкових і берегових забірних споруд.** Руслкові водозабори влаштовують при заборі води з середньої частини річки, що має пологі береги і незначну глибину. **Берегові водозабори** використовують при достатній глибині біля берега річки і стійкому ґрунті.

Забір води з **підземних джерел** здійснюють за допомогою **шахтних і трубчастих (бурових) колодязів.**

Для забирання води з відкритого джерела на березі споруджують приймальний колодязь (див. рис. 21.1а). Вода в нього надходить самотливною трубою. З колодязя її подають у напірний резервуар (башту чи бак) відцентровим або вихровим насосом насосної станції. З башти вода самотливним трубопроводом надходить до споживачів.

Шахтні колодязі (див. рис. 21.1б) копають не глибше 40м, бурові

(див. рис. 21.1б) – 150м і більше. Воду забирають водоструминними установками, насосами і водопідйомниками.

Для створення запасу води, необхідного для безперебійного постачання ферми (комплексу), споруджують водонапірні башти.

## 21.2. Водозабірні споруди і водопідйомники

Водозабірні споруди використовують для безпосереднього забирання води з джерела й подавання її водопідйомниками. Для забирання води з *поверхневих* (відкритих) *джерел* влаштовують **берегові колодязі** або найпростіші водозабори. При забиранні води з *підземних* (*закритих*) *джерел* будують **шахтні, свердловинні (трубчасті) й дрібнотрубчасті колодязі**. Підземні води, що виходять на поверхню, збирають у **каптажні колодязі**.

**Водозабір** відкритого джерела складається з *водоприймача, берегового колодязя і самопливної труби*, що їх з'єднує.

**Водоприймачі** бувають *захищеними і незахищеними*. **Захищений приймач** влаштовують з бетонних або залізобетонних кілець з отворами для впуску води. **Незахищений приймач** – це оголовок самопливної труби, що укладений на палях. Його встановлюють за течією води.

**Береговий колодязь** – *прямовисна шахта круглого* (діаметр не менше 1м) *або квадратного* (1,5×1,5м) *перетину, стінки якої укріплюють дерев'яним зрубом, залізобетонними кільцями або цеглою*. Колодязь влаштовують на тому березі, який не затоплюється у повінь, якнайближче до джерела. Шар води в колодязі має бути не менше 3м.

З водоприймача до колодязя прокладають **самопливну трубу** з невеликим нахилом у бік колодязя. Для запобігання засміченню самопливної труби водоприймач закладають на такій глибині, щоб дно його знаходилося нижче приймального кінця труби на 0,3...0,4м. Для уникнення відкладення нанесень діаметр труби вибирають таким, щоб швидкість руху води була 0,6...0,9м/с.

Щоб запобігти замерзанню самопливної труби, її встановлюють нижче кромки льоду на 0,25...0,30м. Вихідний кінець труби має бути на відстані не менше 0,5м від дна колодязя. Щоб від'єднати колодязь від водоприймача при огляді або ремонті, на вихідному кінці самопливної труби встановлюють заслінку.

**Шахтні колодязі** використовують для добування підземних ґрунтових вод, які залягають на глибині до 30...40м при товщині водоносного шару 5...8м. Шахтний колодязь складається з *оголовка, шахти і водоприймальної частини*.

**Оголовок** (верхня, наземна частина колодязя) захищає колодязь від

потрапляння забруднених поверхневих вод. Навколо оголовка влаштовують глиняний замок шириною 1м і глибиною не менше 1,5м. У радіусі 2...2,5м роблять бруковане вимощення на пісковій основі з нахилом від оголовка 0,05...0,10°.

Глибина **шахти** залежить від глибини залягання водоносного шару.

Як матеріал для шахти використовують дерево, камінь або залізобетон. Кам'яні або цегляні стінки колодязя кладуть на цементному розчині. Товщина кам'яної стінки – 30...40см, цегляної – 25см.

**Водоприймальна частина** – це частина колодязя, занурена у водоносний шар. Глибина занурення має бути не менше 2...2,5м. Залежно від глибини занурення водоприймальної частини **шахтні колодязі** поділяють на **повні** (досконалі) й **неповні** (недосконалі).

Водоприймальна частина повного шахтного колодязя занурена на всю глибину водоносного шару і спирається на водонепроникний шар. Водоприймальна частина неповного шахтного колодязя тільки частково занурена у водоносний пласт і не досягає водонепроникного шару.

Водоприймальна частина колодязя **приймає воду** з водоносного пласта **через отвори у стінках або дні й стінках**. У разі приймання води через дно водоприймальну частину обладнують пісько-гравійним фільтром, який складається з трьох шарів; товщина кожного шару – не менше 10см. Нижній шар кладуть з крупного піску із зернами діаметром 0,5...2мм, середній – з дрібного гравію із зернами діаметром 3...5мм, верхній – з крупного гравію із зернами діаметром 8...10мм.

Якщо приймання води відбувається через стінки колодязя, то влаштовують гравійний фільтр, який розміщують між водоносним горизонтом і зовнішніми стінками водоприймальної частини. Гравійний фільтр складається з двох шарів: гравію із зернами діаметром 2...4мм і піску із зернами діаметром 0,5...2мм.

Якщо один шахтний колодязь не задовольняє потреби у воді, влаштовують **груповий шахтний колодязь**. Воду забирають з центрального колодязя, з'єднаного з іншими колодязями самотливими або іншими трубами. Відстань між колодязями має бути у межах 10...60м залежно від товщини водоносного шару і його фільтрувальної здатності.

**Свердловинні (трубчасті) колодязі** влаштовують для добування підземних міжпластових вод. Вони мають велику продуктивність і тривалий термін експлуатації, захищені від забруднення, глибина їх може бути 50...150м. Такий колодязь складається з **гирла з оголовком** (початок колодязя), **свердловини** і **водоприймальної частини з фільтром**.

**Свердловина** – глибока виробка у ґрунті, стінки якої укріплені **стальними обсадними трубами, що з'єднані муфтами**. Опускають обсадні труби колонами у міру свердління ґрунту. Спочатку опускають

першу колону труб. Якщо довжина колони досягає 25...40м, тертя між ґрунтом і стінками труб підвищується настільки, що опускати їх далі стає неможливо. Тоді всередину першої колони опускають другу, діаметр труб якої на 50мм менший діаметра труб попередньої колони, і т.д., поки остання колона не перетне водоносний шар.

Нижню частину обсадних труб, розміщену у водоносному шарі, обладнують **фільтрами**. Вона є водоприймальною частиною свердловинного колодязя. Фільтри повинні мати добру пропускну здатність. Швидкість проходження води у фільтрах – близько 1м/с, загальна площа отворів фільтра – не менше 20% його бічної поверхні.

У свердловинних колодязях застосовують **дірчасті, сітчасті й гравійні** фільтри. **Дірчастий** (труба з просвердленими отворами діаметром 15...20мм) застосовують у водоносному шарі з твердою породою, галькою і гравієм. **Сітчастий фільтр** – дротяна спіраль, навита зверху каркаса (дірчастий фільтр) з фільтрувальної сітки. Такий фільтр застосовують, якщо у водоносному шарі є середньозернистий пісок.

**Гравійний фільтр** – засипка між експлуатаційною колоною і водоносним пластом одного, двох або трьох шарів піску і гравію. Цей фільтр влаштовують у водоносному шарі з дрібнозернистим піском.

Водоприймальну частину свердловини не обладнують фільтром, якщо воду забирають з тріщинуватих порід (гранітів), вапняків, колодязі в яких довговічні, не потребують значних витрат на ремонт і мають стійкі стінки.

**Насосні станції** призначені для підняття води з водозабірної споруди, передавання її напірним пристроям і через них – споживачам. Насосні станції поділяють *на станції першого і другого* підняття. Станції першого підняття застосовують, якщо воду джерела потрібно очистити.

Основні робочі органи насосних станцій: *насоси і водопідйомники*. За принципом роботи **водопідйомники** поділяють на *відцентрові, водоструменеві, поршневі, повітряні* (ерліфти), *спіральні-ланцюгові і стрічкові*.

Приводом насосів є електродвигуни, двигуни внутрішнього згоряння і вітрова двигуни.

**Насоси і водопідйомники** мають такі технічні характеристики: *повна висота підняття або напір води, допустима висота всмоктування, висота нагнітання, подача, потужність на валу насоса, частота обертання вала насоса* (або подвійних ходів поршня) за 1хв, *коефіцієнт корисної дії* (ККД).

**Повний напір** (без урахування втрат у трубопроводах) або висота підняття води – відстань від рівня води у джерелі до рівня її у

наповнюваному резервуарі, вимірюють його у метрах.

**Втрати напору у трубопроводі** – втрати на подолання тертя між внутрішньою поверхнею трубопроводу і водою при її русі й втрати при проходженні води через засув та інші частини трубопроводу.

**Висоту всмоктування** води вимірюють відстанню від динамічного рівня води у джерелі до осі відцентрового насоса або центра всмоктувального пристрою поршневого насоса. Допустима висота всмоктування для відцентрових насосів – 4...6, для поршневих – 5...7м.

**Висота нагнітання** води – відстань від осі насоса до рівня води у наповнюваному резервуарі.

**Подача насоса** – об'єм води, який подається за одиницю часу.

У насосах для підняття, води розрізняють потужність на валу насоса і корисну потужність. **Корисна потужність** – потужність, яка потрібна для підняття води за одиницю часу на висоту від рівня води у джерелі до рівня її у наповнюваному резервуарі.

**Коефіцієнт корисної дії** – відношення корисної потужності до потужності на валу насоса, виражають у процентах або частках одиниці.

Для підняття води з поверхневих джерел, шахтних і свердловинних колодязів найчастіше застосовують **відцентрові насоси**. *Переваги*: прості за будовою, надійні в експлуатації, не потребують складного привода у роботі від електродвигунів і значних витрат на ремонт і технічне обслуговування. *Подача відцентрових насосів залежить від напору води, діаметра, ширини і частоти обертання робочого колеса*. Подача підвищується зі збільшенням параметрів робочого колеса та його частоти і знижується зі збільшенням напору. Проте кожен насос при максимальному значенні ККД має певні подачу, напір і споживану потужність.

**Відцентрові насоси поділяють за:** *розміщенням вала* – на горизонтальні й вертикальні; *кількістю робочих коліс* – на одно- і багатоступінчасті; *способом підведення води до робочого колеса* – насоси одно- і двостороннього підведення; *величиною напору*, що розвивається, – насоси низького (до 15м), середнього (до 40м) і високого (понад 40м) тиску.

Для механізації водопостачання тваринницьких ферм і комплексів застосовують відцентрові насоси типів К, КМ і НМГ, артезіанські – АП, АПВ, ЕПЛ, ЕПВ і АТН, плаваючі – ПН-10 і вихрові – В з варіантами ВС (самовсмоктувальні), і ВО (обігрівальні) та ін.

**Водоструминні установки** застосовують для підняття води з трубчастих і шахтних колодязів з глибиною динамічного рівня води до 75м. Для механізації водопостачання використовують водоструминні установки ВН-2-8, ВН-2Ц-6 і ВН-2-Ш.

*Переваги*. Водоструминні насоси прості за будовою і надійні в

експлуатації. Коефіцієнт корисної дії їх коливається у межах 15...20%. Такий насос забезпечує підняття води на висоту, достатню для забирання її відцентровим насосом. Отже, за допомогою водоструминного і відцентрового насосів можна піднімати воду з великої глибини.

**Спірально-ланцюгові, стрічкові та шнурові водопідйомники** призначені для подавання води із шахтних колодязів глибиною до 50м, з висотою водяного стовпа у водоприймальній частині не менше 0,75м. Водопідйомники використовують переважно для механізації водопостачання на пасовищах.

### **21.3. Насосні станції, напірно-регулювальні споруди й водопроводи**

**Насосні станції** поділяють на: наземні, заглиблені й підземні. Влаштовують їх поблизу берегових, шахтних або свердловинних колодязів. Розміри приміщення станції залежать від кількості встановлюваних насосних агрегатів. При встановленні одного агрегата довжина станції – 2,5...4м, ширина – 2,0...3,5м. До стелі станції прикріплюють гак для підняття й опускання водопіднімальних труб, штанг і насосів. Годинна подача насосного агрегата станції повинна бути дещо меншою (або дорівнювати) подачі джерела і забезпечувати найбільшу годинну витрату води.

Для водопостачання ферм використовують насосні станції з автоматичним керуванням водоподавання – **баштові й безбаштові водокачки**.

**Баштові водокачки** складаються з насосної установки, що розташована у спеціальному приміщенні, напірно-розвідної труби, водонапірної башти й апаратури для автоматичного керування подачею води. При температурі води підземних джерел +4°C й обміні води у башті не рідше одного разу на добу башту не утеплюють.

Для підняття води у башту використовують водопіднімальні установки і відцентрові насоси. Автоматичною подачею води керують за допомогою поплавкової і безпоплавкової сигналізацій та електричної апаратури.

Апаратуру автоматичного керування з поплавковою сигналізацією встановлюють у водонапірних баштах, що працюють в умовах, за яких лід на поверхні води не утворюється (до -40°C).

**Безбаштові електроводокачки** призначені для підняття води з поверхневих джерел, шахтних і трубчастих колодязів. Ці насосні станції забезпечують автоматичне подавання води у водопровідну мережу і підтримують потрібний напір у мережі без водонапірного бака або башти.

**Автоматичні установки з гідроаккумуляторами** продуктивні та надійні у роботі. Вони призначені для водопостачання тваринницьких ферм, житлових селищ і польових станів зі значними коливаннями витрат води протягом доби і добовим водоспоживанням  $100 \dots 250 \text{ м}^3$ .

Установки працюють з різними джерелами водопостачання.

Гідроаккумулятор (рис. 21.2) – це двокамерна місткість з роз'ємним фланцевим з'єднанням, у площині якого встановлено гумову діаграму, що поділяє гідроаккумулятор на дві камери: верхню і нижню. Верхня камера заповнюється повітрям через вентиль, нижня – з'єднана з трубопроводом, що веде від насосного агрегата до споживачів. Тиск у камері контролюється манометром. Реле тиску встановлене на спеціальному кронштейні. Воно з'єднане струмопроводом зі станцією керування. У разі витікання повітря з верхньої камери гідроаккумулятора установка вимикається автоматично тумблером, який спрацьовує при підніманні діафрагми й обмежувача.

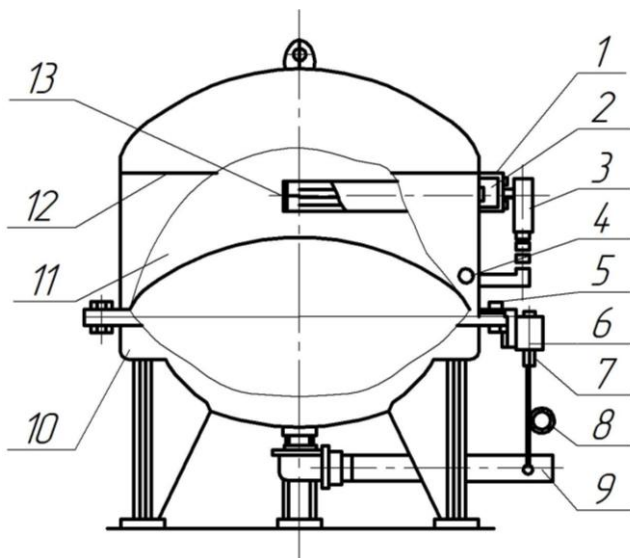


Рисунок 21.2. Гідроаккумулятор:

- 1, 5, 9 – кронштейн;
- 2 – тумблер-вимикач;
- 3 – манометр; 4 – вентиль;
- 6 – реле тиску; 7 – скоба;
- 8 – трубка; 10 – днище;
- 11 – діафрагма; 12 – ковпак;
- 13 – обмежувач

**Напірно-регулювальні споруди.** На тваринницьких фермах і в сільських населених пунктах застосовують як напірно-регулювальні споруди дерев'яні, цегляні, металеві й блокові водонапірні башти з висотою розміщення напірних баків  $8 \dots 15 \text{ м}$ ; місткість баків –  $10 \dots 50 \text{ м}^3$ .

Збільшення місткості бака зменшує тривалість щоденної роботи насосної станції, але підвищує вартість її експлуатації. У сільськогосподарському водопостачанні місткість напірного бака становить  $15 \dots 20\%$  найбільшої добової витрати води. Точніше об'єм бака можна визначити, використовуючи графік витрати води на фермах.

Висота встановлення водонапірного бака залежить від розміщення його відносно споживання, розміру втрат напору у точці розрахункового (невигідного) водорозбирання. Вільний напір для тваринницьких ферм становить  $4 \dots 5 \text{ м}$ .

**Висоту розміщення напірного бака, м, (рис. 21.3) визначають за формулою**

$$H_{H.Б} = (H_{В.Н} + h) + H_{Г}, \quad (21.1)$$

де  $H_{H.Б}$  – висота розміщення бака, м;

$H_{В.Н}$  – величина вільного напору в точці водорозбирання, м;

$h$  – втрати напору в трубах водопровідної мережі, м;

$H_{Г}$  – розміщення точки водорозбирання відносно поверхні землі в місці встановлення водонапірної башти, м.

Вода надходить до споживача водопроводом. **Водопровід складається з нагнітальних і розвідних труб.**

**Нагнітальні труби з'єднують насосну станцію з водонапірною баштою, розвідні – водонапірну башту зі споживачами.**

**Розвідну мережу водопроводу поділяють на зовнішню і внутрішню.**

**Зовнішній водопровід** – система труб, укладених у ґрунт, якими вода від насосної станції надходить до споживачів. Обладнують його водорозбірними пристроями (колонками, гідрантами тощо).

**Внутрішній водопровід** – система труб, які прокладають усередині приміщень для підведення води до водороздавальних пристроїв (автонапувалок, кранів).

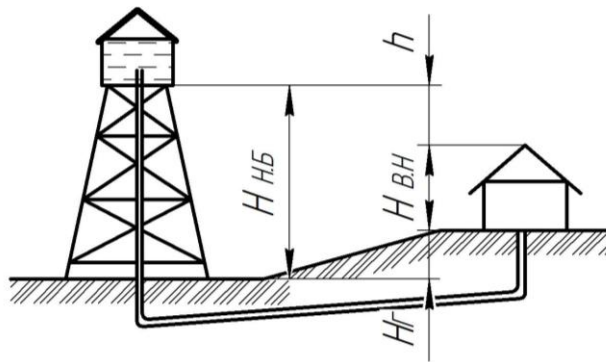


Рисунок 21.3. Схема для визначення висоти розміщення бака

Є дві **схеми водопровідної мережі: тупикова й кільцева**. При тупиковій від головної живильної магістралі відходять відгалуження, які закінчуються тупиками. При кільцевій мережі воду підводять з двох боків.

**Переваги тупикової мережі:** загальна довжина труб менша, ніж при кільцевій, менші витрати на прокладання. **Переваги кільцевої мережі:** надійніша в експлуатації (у разі аварії можна на деякий час вимкнути окремі ділянки, не перериваючи подавання води до споживача), складається з труб меншого діаметра, довговічніша, менше зазнає гідравлічних ударів, краща у санітарному відношенні.



На тваринницьких фермах внутрішні водопроводи прокладають за кільцевою схемою, а зовнішні – частково за кільцевою, частково – за тупиковою (залежно від розміщення виробничих приміщень і рельєфу місцевості).

При влаштуванні водопроводу застосовують **чавунні, сталеві, азбестоцементні, пластмасові та скляні труби**.

Чавунні труби (розтрубні й фланцеві) розраховані на робочий тиск 1МПа і підвищений тиск 1,6МПа.

Сталеві труби розраховані на робочий тиск до 1МПа (зміцнені – до 1,6МПа), виготовляють безшовними (суцільнотягнутими) і зварними зі сталевих штаб. Укладаючи в землю, сталеві труби покривають бітумним лаком, а прокладаючи на поверхні – фарбують.

Азбестоцементні труби виготовляють з цементу, що швидко тужавіє (75...80%), й азбесту (25...20%). Застосовують ці труби тільки для прокладання зовнішнього трубопроводу при тиску 0,5...1МПа.

Пластмасові труби мають велику пропускну здатність, антикорозійні, проте чутливі до теплового розширення і ударів.

Скляні труби СТ-4 і СТ-8 розраховані на робочий тиск 0,4...0,8МПа. Обидва кінці скляних труб гладкі. Стики з'єднують рухомими фланцями з гумовими ущільнювальними кільцями.

Для визначення діаметра труб складають схему трубопроводу і розбивають її на ділянки довжиною 200...300м, для яких визначають найбільшу секундну витрату води. Діаметр труби для кожної ділянки

$$d = 2 \sqrt{\frac{Q_B}{\pi \cdot V_B}}, \quad (21.2)$$

де  $Q_B$  – найбільша витрата води, м<sup>3</sup>/с;

$V_B$  – швидкість руху води в трубі, м/с.

Швидкість руху води в трубах діаметром 50...300мм становить 0,4...1,25м/с. При швидкості понад 1,25м/с збільшуються витрати напору у мережі, прискорюється спрацювання труб і виникає небезпека порушення міцності внаслідок гідравлічних ударів. Швидкість руху води менша 0,4м/с призводить до засмічення труб домішками, осадами.

Водопровід обладнують різними приладами і пристроями, які дають змогу регулювати витрати води і запобігати руйнуванню водопроводу. Ці пристосування називають **водопровідною арматурою**.

**Водопровідну арматуру** поділяють на **регулювальну** (вентилі, засувки, приймальні і зворотні клапани) та **водорозбірну** (водорозбірні колонки, пожежні гідранти, поливальні крани, автонапувалки, вентилі).

**Вентилі** призначені для повільного вимкнення окремих ділянок

водопроводу з тиском 100МПа, виготовляють їх з фланцевими і нарізними з'єднаннями діаметром 15...80мм. Встановлюють вентиль так, щоб вода протікала через нього знизу вгору.

**Засувки** мають таке саме призначення, як і вентиля, проте вони витримують тиск 1,6МПа. Встановлюють їх на трубопроводах діаметром 50мм і більше.

**Зворотні клапани** застосовують у разі забезпечення руху води тільки в одному напрямі. Їх встановлюють на всмоктувальній або нагнітальній трубах відцентрових і поршневих насосів.

**Водорозбірні крани** застосовують для забирання води в точках споживання. Вони бувають вентильні й пробкові діаметром 13, 19, 25, 50 і 75мм, або 1/2, 3/4, 1, 2, 3. Крани з'єднують з трубопроводом за допомогою гвинтової нарізки і встановлюють на висоті 1...1,1м від підлоги.

Пожежний кран відрізняється від звичайного тим, що має спеціальну напівгайку, яка дає змогу швидко приєднувати до нього пожежний шланг.

Водорозбірні колонки використовують для забирання води безпосередньо із зовнішньої водопровідної мережі або внутрішнього водопроводу.

Пожежні гідранти призначені для забирання води безпосередньо від зовнішньої водопровідної мережі, швидкого приєднання пожежних рукавів до трубопроводу у разі виникнення пожежі.

#### **21.4. Механізація напування тварин і птиці**

На тваринницьких фермах, пасовищних і табірних умовах утримання тварин і птиці використовують стаціонарні й пересувні **автонапувалки**. Їх поділяють за: **кількістю обслуговуваного поголів'я – індивідуальні, групові; принципом дії – напіваавтоматичні й автоматичні; наявністю додаткових пристроїв – з електричним підігрівом води або без підігріву.**

На фермах ВРХ застосовують автоматичні індивідуальні й групові напувалки з підігрівом води або без підігріву. Автонапувалки входять до комплекту збірною стійлового обладнання, яке виготовляє промисловість для ферм і комплексів, які заново будують і реконструюють.

На свино- і вівцефермах застосовують індивідуальні й групові напувалки без підігріву води. У птахівництві використовують також напувалки без підігріву води. Загальна характеристика деяких напувалок наведена у табл. 21.1.

На 1кг сухої речовини корму тварини споживають таку кількість води: коні – 2...3л; ВРХ – 4...6л; свині – 6...8л; вівці – 2...3л; птиця при вільному доступі до води приблизно – 0,2...0,3л води на 100г комбікорму.

Норми потреби тварин у воді наведено у табл. 21.2.

Таблиця 21.1

Технічні характеристики напувалок

Показник		ПА-1	ПАС-2	ВУО-3
Призначення		ВРХ	Свині	Вівці
Об'єм напувальної чаші, л		1,9	4,0	3000
Габаритні розміри, мм:	довжина	342	400	4100
	ширина	212	490	2280
	висота	160	170	2000
Маса, кг		7,8	16,0	1240

Таблиця 21.2

Норми потреби тварин у воді

Вид тварин		Норма на голову, л/добу
Велика рогата худоба:	корови	80
	бики	50
	молодняк до 2-х років	30
	телята до 6 місяців	20
Свині	кабани, дорослі матки	25
	матки з приплодом	60
	молодняк старше 4 місяців	15
Вівці і кози	дорослі	10
	молодняк до 1-го року	3
Птиця (кури, індики, гуси)		1-1,25

**Автонапувалка ПА-1** (рис. 21.4) призначена для напування ВРХ. Складається з корпусу, напувальної чаші, педалі, клапана з пружиною і прокладки. Клапанний механізм напувалки розміщений у клапанній коробці. Педаль напувалки з'єднана з коробкою шарнірно.

У робочому положенні напувалка з'єднана з водопровідною трубою, в результаті вода під тиском постійно знаходиться у клапанній коробці. При натисканні твариною на педаль стержень клапана входить усередину клапанної коробки, відкриваючи доступ води у напувальну чашу. За припинення натискання на педаль клапан зі стержнем повертається в початкове положення, закриваючи доступ води у напувальну чашу.

**Автонапувалка АГК-4А** (рис. 21.5) призначена для одночасного напування чотирьох голів ВРХ на вигулювальних і кормових майданчиках у будь-яку пору року. Щоб забезпечити роботу напувалки в зимовий період, її обладнують електропідігрівом, що підтримує температуру води від 0 до +20°C незалежно від температури навколишнього повітря.

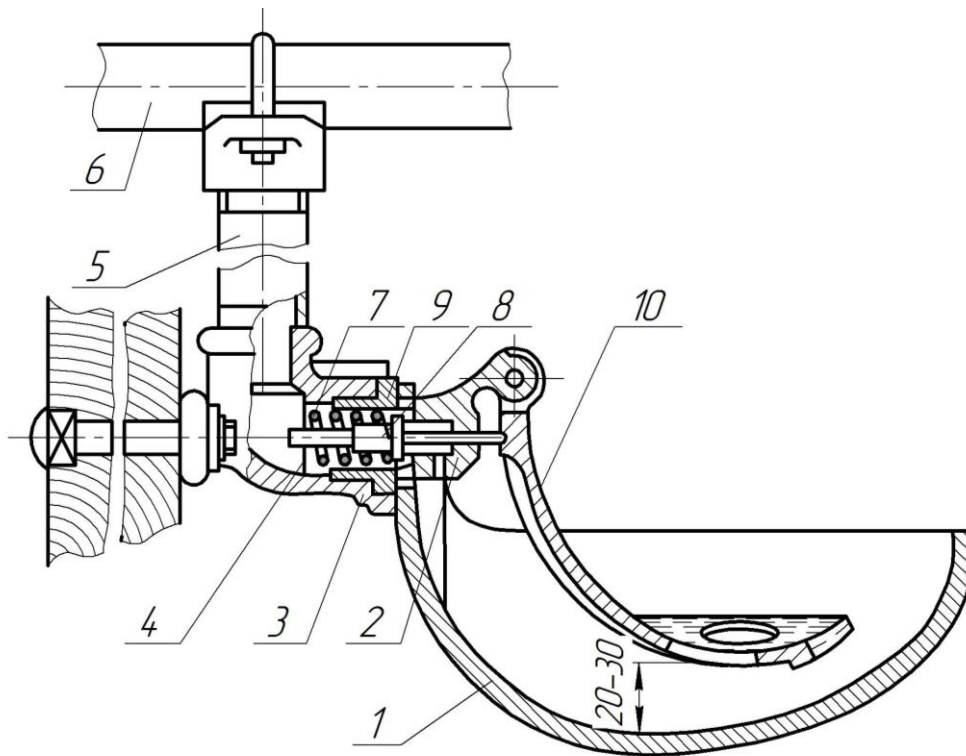


Рисунок 21.4. Автонапувалка ПА-1:

1 – напувальна чаша; 2 – клапанна коробка; 3 – корпус; 4 – решітка; 5 – стояк;  
6 – труба; 7 – пружина; 8 – клапан; 9 – втулка; 10 – натискна педаль

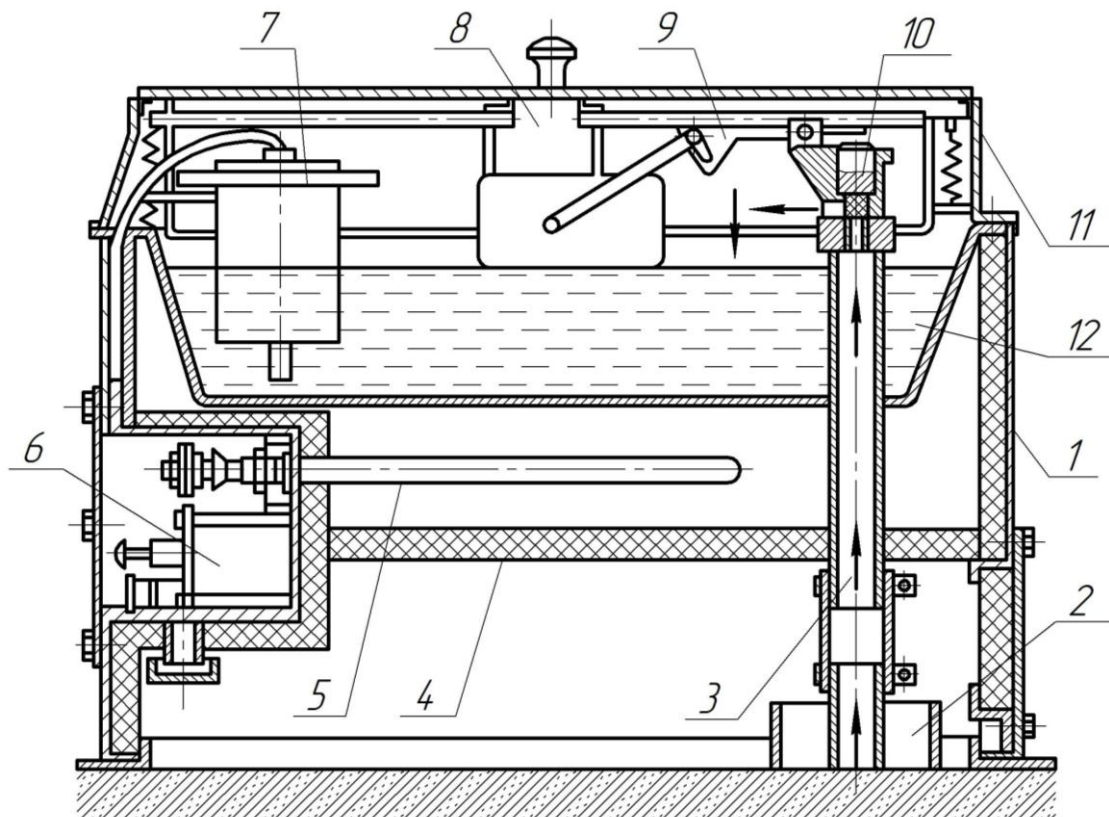


Рисунок 21.5. Автонапувалка групова АГК-4А з електропідігрівом:

1 – корпус; 2 – утеплювальна труба; 3 – водовідвідна труба; 4 – ізоляція; 5 – нагрівник;  
6 – блок заземлення; 7 – терморегулятор; 8 – поперечка; 9 – поплавковий механізм;  
10 – клапан; 11 – кришка; 12 – напувальна чаша

Напувалка складається з корпусу, чотирьох напувальних чаш місткістю 60л кожна з кришками, камери підігрівання повітря, камери з клапанним механізмом, шафи керування, електронагрівника і підвідної труби. Корпус напувалки виготовлений з листової сталі і має всередині теплову ізоляцію. У ніші корпусу розміщена шафа керування. З протилежного боку у стінці корпусу є вікно для під'єднання автонапувалки до водопровідної мережі, яке закривається монтажною кришкою. Чаші – це конструкція, виготовлена з листової сталі. До дна чаші приварено стояк клапанно-поплавкового механізму і зливну трубку, що виходить за межі корпусу. Відкидні кришки виготовлені з листової сталі з цинковим покриттям. Вони обертаються на приварених до них півосях в отворах бічних стінок і поперечок. Кришки закривають доступ до напувальних місць за допомогою пружин. Клапанно-поплавковий механізм використовують для підтримання постійного рівня води у чаші. Терморегулятор складається з мембрани, заповненої сумішшю ефіру і спирту, мікровимикача, підпружиненого регульовального гвинта і таблички, що визначає напрям обертання регульовального гвинта. Зверху терморегулятор закритий кришкою. Його використовують для вмикання нагрівника в діапазоні заданої температури.

У шафі керування є панель, на якій змонтовано таку апаратуру: реле проміжне, призначене для вмикання й вимикання нагрівача; пакетний перемикач – для перемикання системи електропідігрівання в ручний або автоматичний режим роботи і вимикання нагрівача від мережі, запобіжник – для захисту від струмів короткого замикання.

Для підігрівання води в чаші використовують трубчастий електронагрівник типу ТЕН.

Групові напувалки АГК-4А встановлюють у розрахунку одна напувалка на 75...100 корів. Клапан групової напувалки повинен мати загородження, що легко знімається. Групові напувалки з'єднують з водопроводом трубами діаметром 19мм. Перед напувалкою ставлять вентиль і влаштовують згін.

**Автонапувалка АГК-12** призначена для групового напування ВРХ. Складається з цистерни місткістю 30м<sup>3</sup>, що встановлена на колодках, і двох корит, з'єднаних між собою і з цистерною гумовими шлангами. У коритах підтримується постійний рівень води, оскільки одне з них з'єднане з цистерною вакуумною трубкою. Напувалка обладнана електропідігрівом, що дає змогу використовувати її у зимовий період для напування тварин на вигулювальних майданчиках. Для наповнення цистерни водою використовують водопровід або водороздавач ВР-3М (в умовах табірної і пасовищної утримання тварин). Одна напувалка розрахована на 100...120 корів.

**Автонапувалки для свиней.** Використовують індивідуальні, ніпельні й чашкові напувалки, які встановлюють у свинарниках-маточниках і свинарниках-відгодівельниках. Ними обладнують групові та індивідуальні станки.

При відгодівлі свиней вологими кормами встановлюють одну напувалку на 20...25 свиней, а при годівлі сухими – одну на 10...15 свиней.

Групові напувалки використовують при табірному утриманні свиней та у свинарниках, які не мають водопровідної мережі. Їх встановлюють у приміщенні для годівлі.

**Автонапувалка ПАС-2** (рис. 21.6) – це дві напувальні чаші, між якими розміщена поплавкова камера. Чаші з'єднані з камерою через отвори у стінках. Поплавкова камера закрита кришкою, яка знімається, а чаші обладнані відкидними кришками. При зниженні рівня води у чашах поплавок опускається, відкриває клапан і вода наповнює чаші. При наповненні чаш водою, поплавок піднімається і клапан закривається.

Автонапувалки ПАС-2 встановлюють і закріплюють уздовж фронту годівлі у розрахунку одна напувалка для двох суміжних станків. Напувалку приєднують до внутрішнього водопроводу за допомогою стояків, з'єднувальних муфт, використовуючи згони.

Вода з водопровідної мережі через корпус клапана надходить у поплавкову камеру і через бічні отвори – у чаші напувалки. Поплавок і клапанний механізм регулюють так, щоб рівень води у чашах був на 10...12мм нижче їх кромки. Тварини, піднімаючи кришки чаш, п'ють воду. Зі зниженням рівня води у чашах поплавок опускається, за допомогою важеля відкривається клапан і рівень води піднімається. Коли тварини перестають пити, кришки напувалок закриваються.

Встановлені автонапувалки перевіряють на щільність з'єднань (герметичність) і подачу води при тиску 0,2МПа. Автонапувалка заповнюється водою за 25...30с.

**Автонапувалка групова АГС-24** призначена для одночасного напування 24 дорослих свиней. Вона складається з цистерни місткістю 3м<sup>3</sup> і двох корит. Цистерна і корита встановлені на спільній рамі-санчатах. Корита розділено на частини, що закриваються клапанами. Постійний рівень води у коритах підтримується вакуумним пристроєм.

При експлуатації у зимовий період напувалку обладнують електропідігрівником, температурним реле, клапанним механізмом, щитом керування і системою електрообладнання. Цистерна заповнюється водою з водопровідної мережі або водороздавачів типу ВУ-3.

**Водороздавач уніфікований ВУ-3** використовують для перевезення води на тваринницькі ферми, пасовища і в літні табори при температурі

навколишнього повітря не нижче 0°C. Цистерну водороздавача об'ємом 3м<sup>3</sup> і самовсмоктувальний насос встановлюють на двовісній рамі. Привод насоса – від вала відбору потужності (ВВП) трактора. Насос забезпечує забирання води із джерела з глибини до 4,5м. Воду з цистерни зливають самопливом, а у разі потреби – цим же насосом. Агрегатують водороздавач з тракторами класу 1,4 і 0,9.

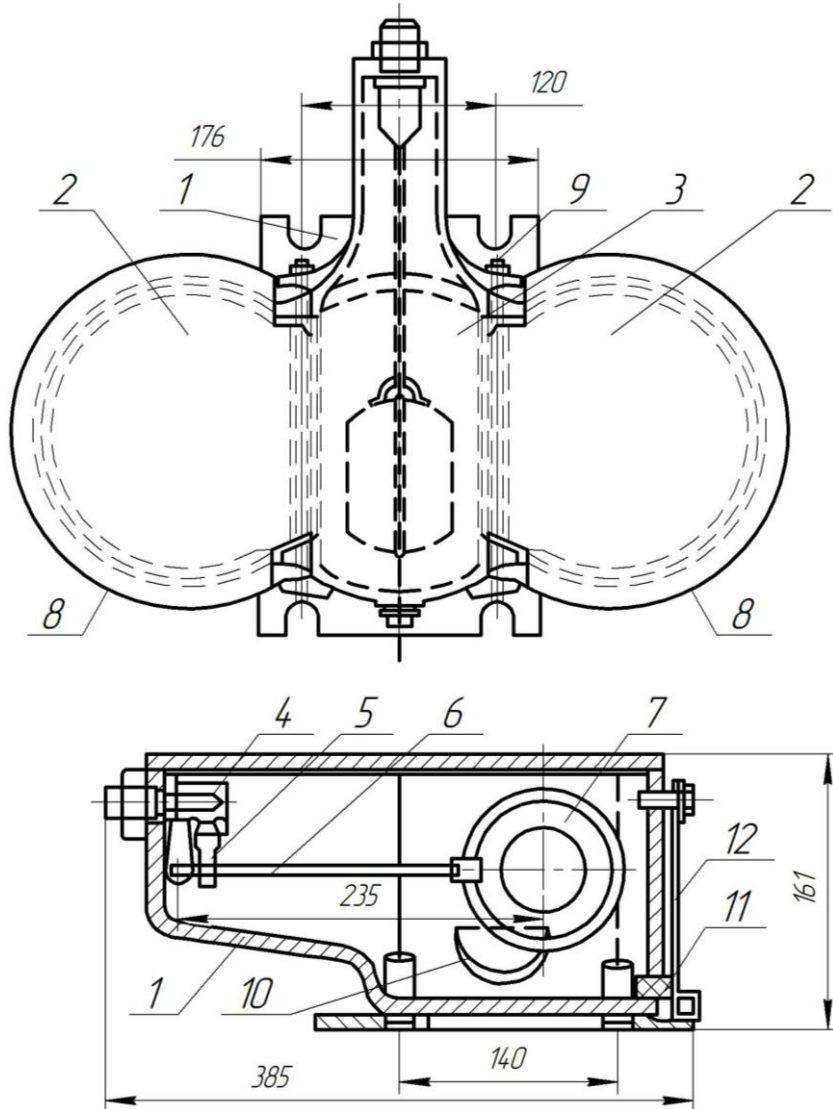


Рисунок 21.6. Автонапувалка для свиней ПАС-2:

1 – корпус; 2 – чашки напувалки; 3 – поплавкова камера; 4 – кутник; 5 – голчастий клапан; 6 – важіль поплавка; 7 – поплавок; 8 – кришки чашок; 9 – вісь кришки; 10 – прохідний отвір; 11 – гумова пробка; 12 – пружинна планка

**Автонапувалка А0-3,0** призначена для напування овець в умовах табірної утримання і кошарах. Вона складається з цистерни, встановленої на рамі з ходовою частиною, відцентрового насоса, корит і системи електрообладнання. Насос приводиться в дію від ВВП трактора. Напувалка обладнана гідравлічною гальмівною системою. Рівень води регулюють вакуумним пристроєм.

## **Лекція 22**

### **МАШИНИ ТА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ДОЇННЯ КОРІВ**

- 22.1. Технологія машинного доїння.**
- 22.2. Способи доїння корів. Основні вимоги та правила машинного доїння.**
- 22.3. Загальна будова доїльної машини.**
- 22.4. Вакуумні системи доїльних машин.**
- 22.5. Доїльні апарати, класифікація і будова.**



### 22.1. Технологія машинного доїння

Визначальним фактором розвитку молочного тваринництва в Україні є збільшення тривалості використання тварин у стадах і підтримання їх високої продуктивності при застосуванні вітчизняної й зарубіжної доїльної техніки.

В умовах великих молочних ферм, у фермерських та особистих господарствах доцільно використовувати високопродуктивні породи молочної худоби з надоем за лактацію 5...8 тис. кг молока.

Молоко складається із молочного білка, вуглеводів, жирів, мінеральних речовин і вітамінів, які надходять за рахунок поживних речовин кормів кровоносними судинами до вим'я і виділяються секреторними клітинами в порожнину альвеол. Молоко з них самостійно не витікає тому, що вивідні протоки альвеол дуже тонкі. Процес утворення молока у вим'ї корови відбувається безперервно без гальмування протягом 16...18 годин.

У процесі машинного доїння взаємодіють «машина-тварина-людина». При цьому повинні забезпечуватися активне молоковиведення, повнота видоювання, стимуляція секреції молочної залози, ріст молочної продуктивності тварин і якості молока, зниження трудовитрат й енергоресурсів та збереження здоров'я вим'я тварин.

**Машинне доїння** – найвідповідальніший і трудомісткий процес у технології виробництва молока, який поєднує **молоковіддачу** і **молоковиведення**, що протікають у тісній єдності. Молоко в результаті молокоутворення збирається в молочній залозі тварини (до 90% в альвеольному просторі вим'я) і недоступне для безпосереднього виведення без протікання процесу молоковіддачі.

**Молоковіддача** (за визначенням Е.П. Кокориної) – це складна рухова реакція залози, в результаті якої молоко витісняється з альвеол у цистерни вим'я. Цей процес протікає під впливом гормону окситоцину, який продукується у головному мозку тварини і транспортується потоком крові до вим'я. **Тривалість рефлексу молоковіддачі** (дії окситоцину) – **4...5 хвилин**.

Динаміка протікання процесу молоковіддачі в основному зумовлена концентрацією окситоцину в організмі тварини, що залежить від повноцінності рефлексу, швидкості утворення гормону і періоду розпаду. Утворення окситоцину відбувається під дією безумовно-рефлекторних і умовно-рефлекторних факторів. **Безумовно-рефлекторні фактори** – такі, що спричиняють механічний, тепловий чи інший вплив на рецепторні зони молочної залози. **Умовно-рефлекторні фактори** – це ті, що формуються в результаті багаторазового протікання процесу доїння за певних стабільних зовнішніх умов.

Від моменту надходження сигналів зовнішніх подразників до збільшення концентрації окситоцину, що відповідає активному припуску молока, проходить близько 45 секунд. У цей момент часу повинен бути ввімкнений доїльний апарат.

Активний припуск молока триває близько 3...4 хвилин і зумовлений періодом розпаду окситоцину. За цей час має бути здійснено видоювання основної частки разового надою молока. Ця закономірність покладена в основу розроблення вимог і правил доїння.

Доїння корови має відбутися за 4...6 хвилин. При спеціальних прийомах, тобто швидкісному доїнню, його тривалість 2...3 хвилини.

Концентрація окситоцину залежить від повноцінності рефлекторної діяльності тварини, зумовленої стереотипом доїння.

**Стереотип доїння** створюють на основі фізіологічних особливостей тварин, закономірностей продукування молока в організмі й молоковіддачі. Зовнішні фактори мають мобілізувати організм тварин на повноцінне протікання фізіологічних процесів, пов'язаних з молоковіддачею, і максимально відвернути увагу тварин від інших процесів на час доїння (недоцільно згодовувати тваринам концентровані корми під час доїння, бо споживанням корму і його травленням сповільнюється процес молоковіддачі).

**Молоковиведення** здійснюється в результаті різниці тисків із внутрішнього і зовнішнього боку сфінктера (кільцевий м'яз) унаслідок створення певного надлишкового тиску всередині дійки або зниження тиску (утворення вакууму) за її межами.

Отже, молоковіддача є задачею зооінженерною, а – молоковиведення – інженерно-технічною.

**Основні операції технології доїння:** забезпечення стабільності процесу; перевірка технічного стану доїльної апаратури; в холодну пору року підігрівання доїльних апаратів у гарячій воді; обмивання вим'я теплою (40...45°C) водою; обтирання вим'я чистим рушником; масаж дійок і вим'я; здоювання перших струминок молока; огляд стану вим'я і дійок; одягання і вмикання доїльних апаратів; слідування за ходом доїння; здійснення машинного додоювання; знімання доїльних апаратів. Повне видоювання молока має бути здійснене без ручного додоювання.

## **22.2. Способи доїння корів. Основні вимоги та правила машинного доїння**

Способи доїння корів: **природний** – ссання вим'я телям; **ручний** – витискання молока із вим'я і дійки руками дояра; **машинний** – відсмоктування або витискання молока доїльним апаратом.

**Природне** доїння – найшвидший спосіб евакуації молока з молочної залози. Вимагає найменших затрат, але не може бути застосоване на молочнотоварних фермах і фермах для вирощування молодняка, оскільки при ньому важко здійснити нормовану годівлю телят.

**Ручне** доїння пов'язане зі значними затратами праці й призводить до надмірної собівартості молока. Недоліки: одночасно видоюється молоко тільки з двох дійок, а рефлекс молоковіддачі поширюється на всі чотири; один дояр видоює 10...12 корів за зміну; зниження якості через забруднення, бо молоко подається у відкрите відро; вакуум навколо дійки не створюється.

**Машинне** доїння збільшує продуктивність праці оператора у кілька разів (один оператор обслуговує до 50 корів), забезпечує отримання молока високої якості з мінімальною собівартістю.

Є два принципи виведення молока при машинному доїнні: відсмоктуванням за допомогою вакууму і механічним витискуванням. Останній спосіб аналогічний ручному, тому практично не застосовується.

**Машинне доїння** поділяють за:

- *технічним рівнем* на три типи: **механізоване, автоматизоване й роботизоване;**

- *організацією* на такі види: **доїння в стійлах, у доїльних залах, на доїльних майданчиках, у літніх таборах на пасовищах.**

Основний документ, який враховує закономірності фізіологічних процесів, що відбуваються під час доїння, і регламентує виконання всіх технологічних операцій машинного доїння – **«Правила машинного доїння корів»**. Цей документ містить оцінку придатності корів до машинного доїння, технологію й організацію доїння, санітарну обробку й технічне обслуговування доїльних установок, вимоги до доїльних залів, гігієни обслуговуючого персоналу, а також правила техніки безпеки.

**Основні вимоги до проведення машинного доїння:** стабільність виконання всіх технологічних операцій; тривалість перебування корів на переддоїльних майданчиках не повинна перевищувати 20 хвилин; тривалість операцій підготовки вим'я до доїння не повинна бути меншою 40с і більшою 60с; швидкість та повнота видоювання; рівномірне видоювання всіх чвертей вим'я; чистота доїння; відсутність больових подразнень вим'я корови; тривалість операцій машинного додоювання не повинна перевищувати 30с; доїльні апарати мають бути вимкнені, якщо інтенсивність молоковіддачі знизилась до рівня 200 мл/хв; недопустимість вакууму в сосках, що може призвести до захворювання; недопустимість наповзання доїльних склянок на дійки; перетримування доїльних апаратів після закінчення молоковіддачі не повинна перевищувати однієї хвилини.

Процес машинного доїння буде ефективним з мінімально шкідливим впливом доїльного апарата на тварину, якщо молоковіддача буде повноцінною, а параметри доїльного апарата будуть з нею узгоджені.

**Основні вимоги до доїльних апаратів:**

- пропускна здатність доїльних апаратів повинна відповідати максимальному значенню інтенсивності молоковіддачі;
- конструктивні параметри колектора мають забезпечувати відсутність зворотного потоку молока;
- частота пульсації, співвідношення тактів і вакуумний режим доїльного апарата повинні бути незмінними у процесі доїння або автоматично пристосуватися до умов доїння;
- технічний стан дійкової гуми повинен відповідати безпечним умовам доїння.

**Основні фактори, що гальмують процес молоковіддачі з боку доїльного апарата:** невідповідність його технічного стану, порушення вакуумного режиму, ритму доїння, травмування дійок під час «сухого» доїння.

Під час доїння потрібно максимально виключити можливі **стреси тварин**, спричинені порушенням стереотипу доїння: присутність сторонніх осіб, недобррозичливе ставлення майстра машинного доїння до тварини, недотримання комфортних умов мікроклімату та інше.

Шкідливий вплив на здоров'я тварин з боку доїльної установки може бути механічний, біологічний, хімічний, тепловий, електричний та інший.

**Механічне пошкодження** дійки тварини відбувається при перевищенні вакууму в піддійковому просторі доїльного стакана, неправильного його складання, наявності тріщин на дійковій гумі, значної тривалості доїння без молоковіддачі («сухе» доїння).

**Біологічне пошкодження** здійснюється бактеріальним забрудненням слизової оболонки дійки і пошкодження ділянок шкіри вим'я корови мікроорганізмами, що є на робочих органах доїльного апарата. Особливо шкідливим є, так зване, «мокре» доїння, тобто процес зворотного потоку молока із доїльного стакана в цистерну дійки, з яким заноситься багато бактерій. Це відбувається при незадовільній евакуації молока із колектора.

**Хімічне пошкодження** вим'я корови відбувається при потраплянні на нього з доїльного апарата хімічних препаратів, що використовуються для технічного догляду за ним.

**Тепловий шкідливий вплив** може виникнути в результаті надмірного охолодження або нагрівання доїльного апарата перед доїнням.

**Ураження корів електричним струмом** під час доїння може виникнути, якщо відсутня діелектрична вставка між вакуумним насосом і вакуумною мережею або вставка значно забруднена, а також при випадковому з'єднанні вакуумпроводу зі струмопровідними частинами обладнання.

### 22.3. Загальна будова доїльної машини

Будова доїльної машини (рис. 22.1): доїльний апарат; енергетична установка (електродвигун); вакуумний насос; вакуумний балон; вакуумпровід; вакуумний регулятор; вакуумметр і доїльний кран.

Основою доїльної машини є доїльний апарат, який через доїльні склянки (стакани) безпосередньо взаємодіє з твариною в процесі доїння і здійснює видоювання молока та збирає його в ємність. Для його нормальної роботи необхідно забезпечити вакуумметричний тиск (вакуум) з відповідними параметрами, можливість їх регулювання, контролю й підтримання незмінними в часі.

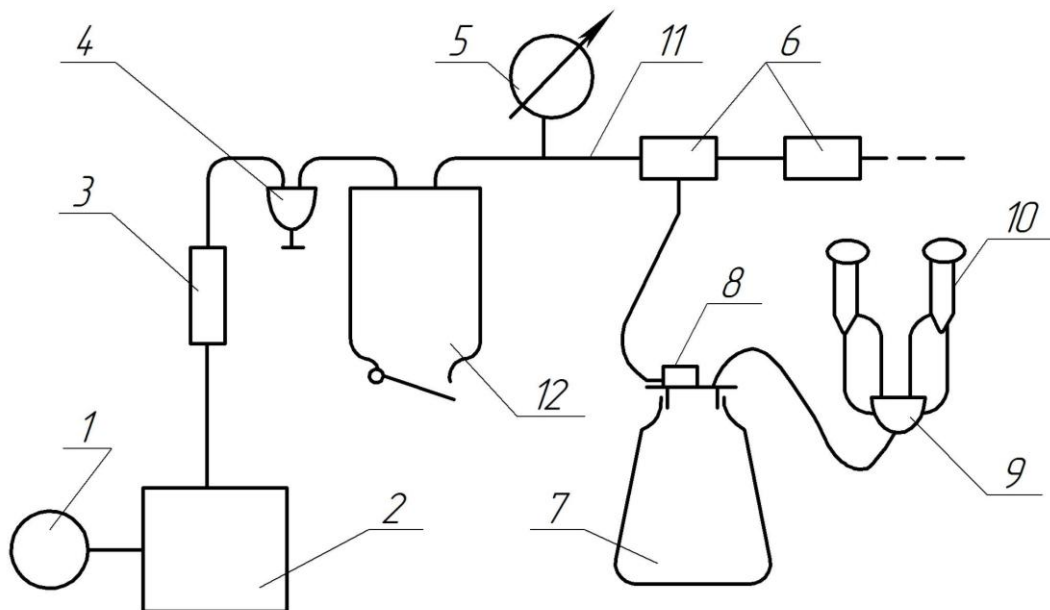


Рисунок 22.1. Схема доїльної машини:

1 – енергетична установка; 2 – вакуумний насос; 3 – діелектрична вставка; 4 – регулятор вакууму; 5 – вакуумметр; 6 – доїльні крани; 7 – молокозбірний бідон (доїльне відро); 8 – пульсатор; 9 – колектор; 10 – доїльні стакани; 11 – вакуумний провід; 12 – вакуумний балон

Доїльна машина працює так. Енергетична установка 1 (див. рис. 22.1) приводить у рух вакуумний насос 2, який створює необхідний для роботи доїльного апарата вакуум. За рахунок того, що більшість типів вакуумних насосів відкачують із вакуумної системи повітря порціями, вакуумметричний тиск, який встановлюється в системі, має постійну і змінну складові (пульсації). Для згладжування пульсації вакууму в систему включають додаткову місткість – вакуумний балон 12 з відкидним шарнірно закріпленим дном. Вакуумний балон виконує ще й функцію відстійника, де збирається молоко, що випадково потрапило у вакуумпровід унаслідок переповнення доїльного відра. За відсутності такого відстійника молоко потрапило б до вакуумного насоса і призвело б до його поломки

внаслідок обмеженого об'ємного стискування молока. Через вакуумний балон видаляється також мийний розчин у разі промивання вакуумпроводу. У розрив вакуумпроводу 11 між вакуумним насосом і балоном вмонтовують діелектричну вставку 3, яка запобігає ураженню електричним струмом тварин і обслуговуючого персоналу у випадку пошкодження ізоляції в електродвигуні чи електричній мережі. Для забезпечення у вакуумній системі певного вакуумметричного тиску, незалежно від зміни витрати повітря в процесі доїння, зміни технічного стану вакуумного насоса, вакуумного проводу і арматури, використовують вакуумні регулятори 4. Для контролю вакуумметричного тиску призначені вакуумметри 5, які встановлюють в машинному відділенні там, де їх добре видно з робочого місця оператора машинного доїння. Доїльний апарат приєднують до вакуумпроводу за допомогою доїльного крана 6.

#### **22.4. Вакуумні системи доїльних машин**

Вакуумні насоси створюють розріджене повітря (вакуум), необхідне для роботи доїльних апаратів.

Вакуумний насос, з'єднаний з енергетичною установкою (електродвигуном чи двигуном внутрішнього згорання), називають вакуумною станцією або установкою.

Вакуумні насоси поділяють на **поршневі, ротаційні, шестеренні, воднокільцеві, діафрагмові, ежекторні**.

У доїльних машинах найчастіше використовують **ротаційні лопатеві насоси**. Вони прості за будовою, мають низьку металомісткість і складаються зі статора, всередині якого ексцентрично встановлено ротор. У пазах ротора, виконаних радіально або тангенціально, встановлено лопатки, що разом із ротором і статором утворюють робочі камери. У статорі в зоні збільшення об'єму робочих камер влаштовано впускні, а в зоні зменшення їх об'єму – випускні вікна. До впускних вікон приєднано вакуумпровід, а до випускних – пристрої для зменшення акустичних шумів (глушники).

**Основні недоліки ротаційних насосів:** значне нагрівання під час роботи за рахунок тертя лопаток по статору і торцевих кришках насоса, малий ресурс унаслідок спрацювання тертям деталей.

**Воднокільцеві вакуумні насоси мають переваги порівняно з ротаційними:** відсутність сухого тертя між ротором і статором, що призводить до збільшення ресурсу насоса і виключає необхідність змащування. Ущільнення ротора зі статором у воднокільцевому насосі здійснюється за рахунок води, яка під час роботи обертається разом з ротором у вигляді кільця. Ексцентричне розміщення ротора і статора між

водяним кільцем і лопатками ротора утворює робочі камери, об'єм яких змінюється залежно від кута повороту ротора. Під час мінімальної відстані між ротором і статором об'єм камер зменшується, а під час максимальної – збільшується. У зоні збільшення об'єму робочих камер влаштовують впускні вікна, а в зоні зменшення – випускні.

У процесі роботи насоса частина води із насоса разом із повітрям потрапляє у випускний патрубок, відокремлюється від повітря у повітророздільнику і через регулювальний кран знову подається в насос. Циркуляція води сприяє також охолодженню насоса.

**Недоліки воднокільцевих насосів:** можливість замерзання води у холодну пору року.

Поршневі вакуумні насоси не знайшли широкого використання в доїльних установках в основному через складність конструкції (наявність кривошипно-шатунного і клапанного механізмів).

**Вакуумні регулятори** призначені для підтримання у вакуум-молокопроводній системі доїльної машини вакуумметричного тиску на необхідному рівні незалежно від дії на неї зовнішніх дестабілізуючих факторів. За типом пристроїв, що задають величину вакууму, вакуумні регулятори поділяють на *пружинні* та *гравітаційні*. Останні мають стабільніші за часом характеристики і тому поширеніші. У регуляторах гравітаційного типу для зменшення ударних зусиль між сідлом і клапаном вантаж занурюють у в'язку рідину (наприклад, масло). Для покращення динамічних властивостей вакуумних регуляторів клапанні механізми замінюють дроселями.

## 22.5. Доїльні апарати, класифікація і будова

**Доїльний апарат** (рис. 22.2) – це обладнання, яке здійснює робочий процес доїння і збирає видоєне молоко у ємність (молокозбірний бідон або у молокопровод). Схема роботи доїльного апарата зображена на рис. 22.3.

Перші спроби створення механічних доїльних апаратів були спрямовані на розроблення робочих органів, що імітують взаємодію дояра з дійкою під час ручного доїння, тобто витискаючого типу. Такі доїльні апарати не знайшли широкого практичного застосування через високу складність і недосконалість конструкції.

У 1851 році в Англії створили доїльний апарат, який працював за принципом відсмоктування молока одночасно з усіх дійок вим'я. У 1895 році в Шотландії виготовили доїльні апарати зі змінним вакуумом і однокамерними доїльними склянками. Двокамерні доїльні склянки були виготовлені в 1903 році в Австралії, і розпочалося їх практичне використання для доїння корів.

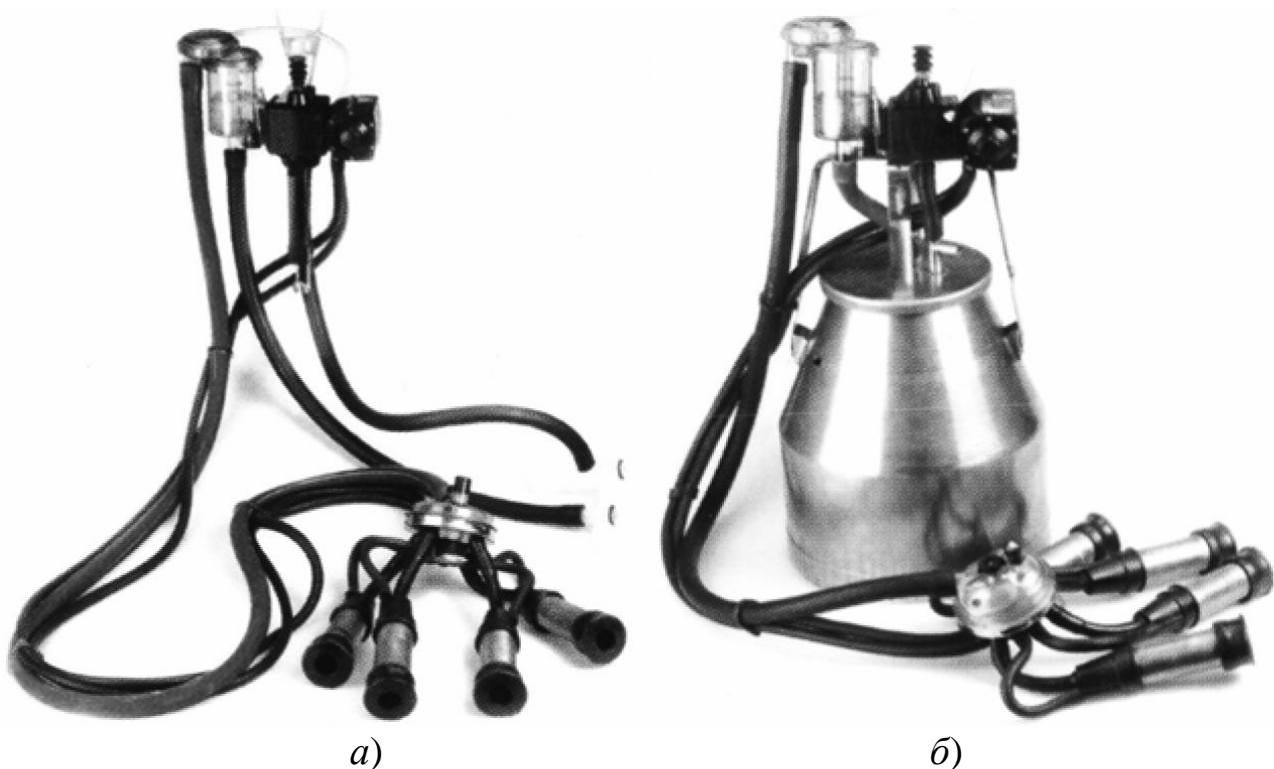


Рисунок 22.2. Загальний вигляд доїльного апарата:  
*а* – для доїння у молокопровід; *б* – для доїння у молокозбірний бідон

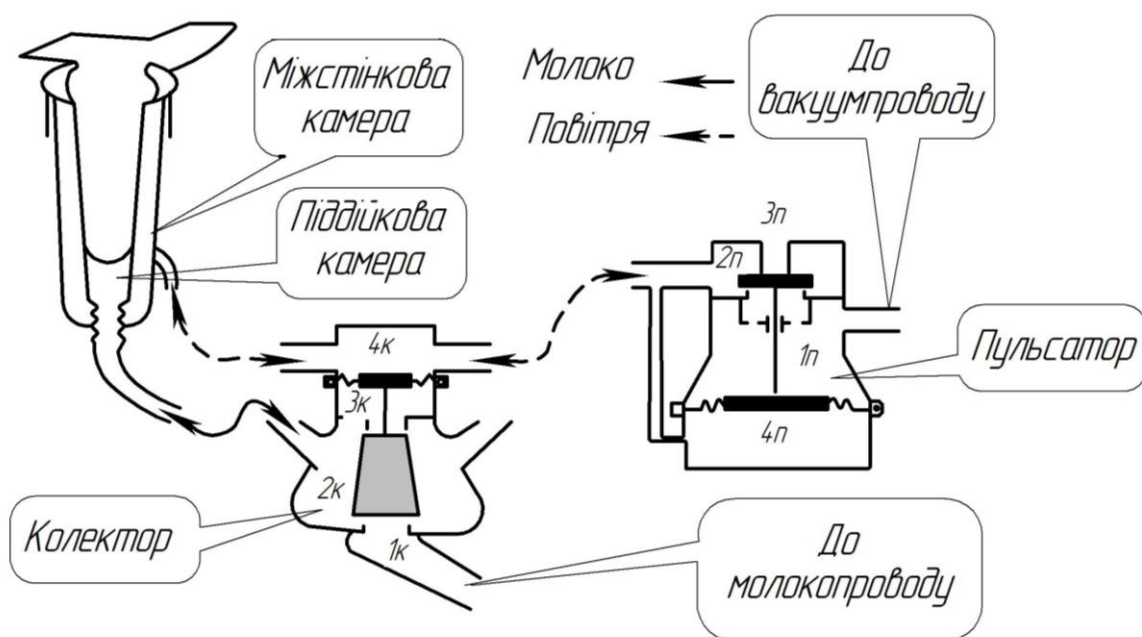


Рисунок 22.3. Схема роботи доїльного апарата

В СРСР закордонні доїльні машини були завезені у 1928 році. Тоді ж розпочалося створення вітчизняних доїльних апаратів, яке завершилось розробкою тритактного доїльного апарата (конструктори Корольов В.Ф. і



Мартюгін Д.Д.) Серійне виробництво доїльних апаратів почалося лише у 1949 р. У 1961 році у Ризькому ГСКБ конструктор Скроманіс А.А. створив двотактний доїльний апарат ДА-2 «Майга». Процес удосконалення доїльних апаратів продовжувався, і були створені апарати ДА-3М, «Волга», АДУ-1, АДН-1, АДС-1, ДА-Ф-50, ДА-50, ДА-Ф-70, ДАЧ-1 та інші. Крім того, розроблено і використовуються доїльні апарати і установки для доїння овець, кіз, кобил.

На даний час вітчизняна промисловість ще не освоїла виробництва доїльних апаратів різних типорозмірів для високопродуктивних стад, тому споживачі доїльної техніки в Україні користуються розробками зарубіжних фірм «Delaval» (Швеція), «Impulsa» і «Westfalia Surge» (Німеччина), «Fullwood» (Великобританія), «BouMatic» (США), «Клаухан» (Голландія), «Франс Трейт Елевейд» (Франція) та ін. Апарати фірми «Де Лаваль» потребують селекції корів на високу стресостійкість до автоматичної зміни режимів роботи. Простіші в обслуговуванні й адаптації тварин доїльні апарати фірм «Вестфалія», «Імпульс», «Клаухан».

В Україні головним виробником доїльної техніки є ВАТ «Брацлав» Немирівського району Вінницької області. Для високопродуктивних корів можна рекомендувати доїльний апарат ДА-Ф-70.

Сучасні серійні доїльні апарати – висмоктуючого (вакуумного) типу.

Доїльні апарати поділяють за:

- *способом збору* молока на апарати зі збором молока **в переносні або підвісні бідони (відра), в пересувну місткість, у молокопровід, з окремим збором молока від кожної чверті вим'я;**

- *принципом дії* на **тритактні, двотактні і безперервного відсмоктування.**

Є доїльні апарати, які на всі дійки діють у часі однотипно, і такі, що взаємодіють з ділками за схемою: коли в передніх ділках (або лівих) здійснюється такт ссання, то в задніх (або правих) відбувається стиснення або відпочинок. Такі апарати називають апаратами з **попарним доїнням.**

**Будова доїльного апарата:** двокамерні доїльні склянки, колектор, пульсатор, кришка молокозбірної бідона з ущільнювальною прокладкою, молокозбірний бідон, молочні й вакуумні гумові проводи. Якщо збирання молока здійснюється у молокопровід, замість молокозбірної бідона з кришкою, доїльний апарат комплектують пристроєм одночасного приєднання його до вакуумпроводу і молокопроводу.

У деяких доїльних апаратах пульсатор і колектор суміщені й виконані у вигляді одного вузла, який називають пульсоколектором. Усі деталі, що безпосередньо контактують з молоком, виготовляють з придатних для цього матеріалів: пластичних мас, гуми, алюмінію, нержавіючої сталі.

Робочий орган доїльного апарата, що здійснює процес доїння і безпосередньо взаємодіє з твариною – **доїльні стакани (склянки)** (рис. 22.4). Розрізняють два види доїльних стаканів – однокамерні й двокамерні. На даний час використовують двокамерні доїльні стакани.

**Будова двокамерних доїльних стаканів:** корпус (гільза), виготовлений з пластмаси, алюмінієвого сплаву або нержавіючої сталі; **дійкова гума**, виконана, як правило, заодно із молоковідвідним патрубком. Корпус і дійкова гума утворюють дві камери – міжстінкову і піддійкову. У місці переходу доїльної гуми в патрубок є три зовнішні кільцеві борозенки, призначені для регулювання натягу дійкової гуми. У верхній частині дійкової гуми є внутрішня кільцева порожнина, що запобігає спаданню доїльного апарата у період такту відпочинку, внаслідок наявності в ній незначного вакууму. Для цього у піддійковій камері під час такту відпочинку підтримується також незначний вакуум, близько 10кПа.

У доїльних апаратах вакуумного типу забезпечуються комбінації, що відповідають тактам **ссання, стиснення і відпочинку** (рис. 22.4).

**Такт** – період часу, протягом якого дія доїльного апарата на тварину фізіологічно незмінна.

**Цикл або пульс процесу доїння** – період часу, протягом якого проходить чергування різнойменних тактів.

Такти **тритапних доїльних апаратів** – **ссання, стиснення, відпочинок**; такти **двотапних** – **ссання, стиснення**.

У камерах доїльного стакана може встановлюватись атмосферний тиск, надлишковий тиск чи розрідження (вакуум), а в дійці завжди є тиск, близький до атмосферного. Комбінація станів тиску у дійці, піддійковій і міжстінковій камерах доїльного стакана визначає фізіологічну дію машини на тварину.

**Такт ссання.** У міжстінковій і піддійковій камерах створюється вакуум. Внаслідок рівності тисків з обох боків дійкової гуми остання не діє на дійку, а за рахунок різниці тисків з обох боків сфінктера (вакуум під ним, тиск, близький до атмосферного всередині вимені) він відкривається і молоко під дією цієї різниці тисків витікає з дійки в піддійкову камеру доїльного стакана, звідти – у молокоприймач.

**Такт стиснення.** У міжстінковій камері встановлюється атмосферний тиск, а в піддійковій залишається вакуум. На дійкову гуму діє сила з боку міжстінкової камери, зумовлена різницею тисків, яка сплющує дійкову гуму і стискає дійку. При цьому дія вакууму на дійку з боку піддійкової камери припиняється внаслідок повного сплюснення дійкової гуми і відокремлення її від піддійкової камери. У такті стиснення відбувається масаж дійки, поновлення кровообігу, подразнення рецепторних зон дійки, що стимулює рефлекс молоковіддачі.

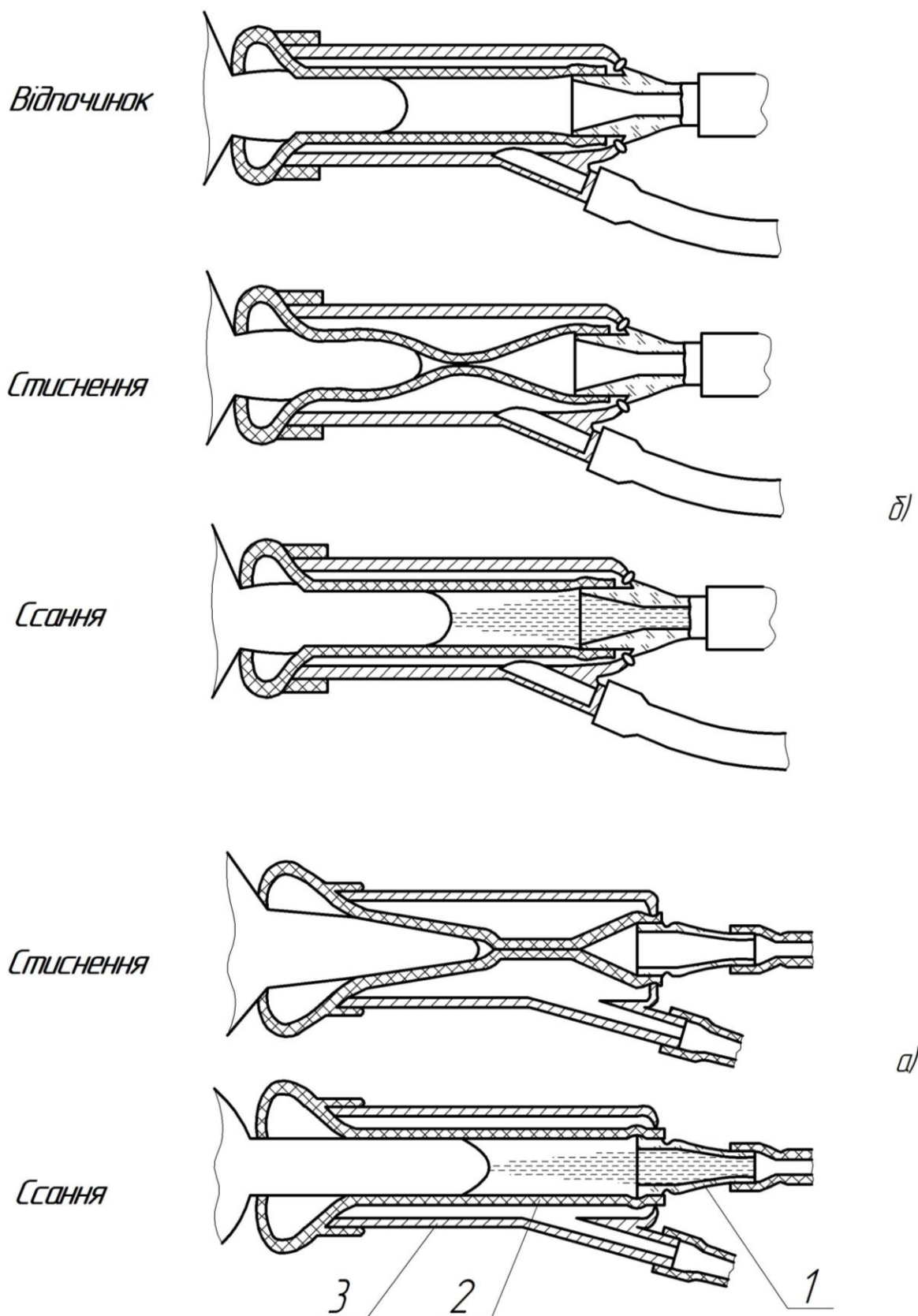


Рисунок 22.4. Схеми доїльних стаканів:

*a* – двотактний доїльний апарат; *б* – тритактний доїльний апарат;

1 – патрубок молочний; 2 – гума дійкова; 3 – гільза

**Такт відпочинку.** В усіх камерах доїльних стаканів встановлюється тиск, близький до атмосферного. Відсутня дія сил як на дійку, так і на дійкову гуму. Дійка відпочиває, кровообіг в ній нормалізується.

Досліди щодо визначення діаграми тисків, які виникають у ротовій порожнині теляти під час ссання корови, свідчать, що цей процес складається із таких трьох тактів: ссання, стиснення і відпочинку. Ці досліди були покладені в основу розробки **тритактного** доїльного апарата. **Переваги:** такий апарат найбільше пристосований до фізіологічного процесу доїння і є найменш небезпечним для здоров'я тварин (навіть при тривалій роботі у період відсутності молоковіддачі). **Недоліки:** тритактні доїльні апарати складніші за конструкцією, мають найменшу пропускну здатність порівняно з іншими типами доїльних апаратів через скорочення тривалості такту ссання; існує можливість спадання доїльних стаканів.

**Тритактні доїльні апарати** застосовують у стадах з молочною продуктивністю до 4,5 тис. кг молока з інтенсивністю молоковиведення 2,9...4,0кг/хв. Схема роботи зображена на рис. 22.5.

Найпоширенішим типом доїльних апаратів є **двотактний**. Схема роботи його зображена на рис. 22.6. **Переваги.** Чергування тактів ссання і стиснення дає змогу значно спростити конструкцію й підвищити пропускну здатність за рахунок збільшення тривалості такту ссання у робочому циклі доїння. Такі апарати високу швидкість доїння, доїльні стакани краще тримаються на дійках. Основні **недоліки** двотактного апарата – підвищена загроза травмування дійок під час «сухого» доїння, наповзання стаканів на дійки. Для обслуговування такі апарати потребують доярів високої кваліфікації та строгого дотримання правил машинного доїння.

**Двотактні доїльні апарати** використовують у стадах з продуктивністю 6...8 і більше тис. кг молока за лактацію і високою пристосованістю до машинного доїння з інтенсивністю виведення молока 4,0...9,0кг/хв. Такі апарати мають збільшені молочну камеру колектора до 0,25...0,35дм<sup>3</sup>, вихідний діаметр молочного шланга до 1,6мм, діаметр присоски дійкової гуми до 25мм.

Доїльні апарати, що працюють за принципом **попарного доїння** (наприклад, німецької фірми «Impulsa»), хоч і складніші конструктивно, але мають суттєві переваги: пом'якшується механічна дія на вим'я, покращується вакуумний режим унаслідок одночасного впуску повітря тільки у двох доїльних стаканах, а також проходить часткове розгойдування доїльного апарата, що імітує незначний масаж вим'я.

Схема роботи низьковакуумного апарата зображена на рис. 22.7.

Параметри режимів машинного доїння виражають через розрідження – вакуумметричний тиск, який вимірюється вакуумметром, тобто різниця між атмосферним і абсолютним тиском (48...53кПа).

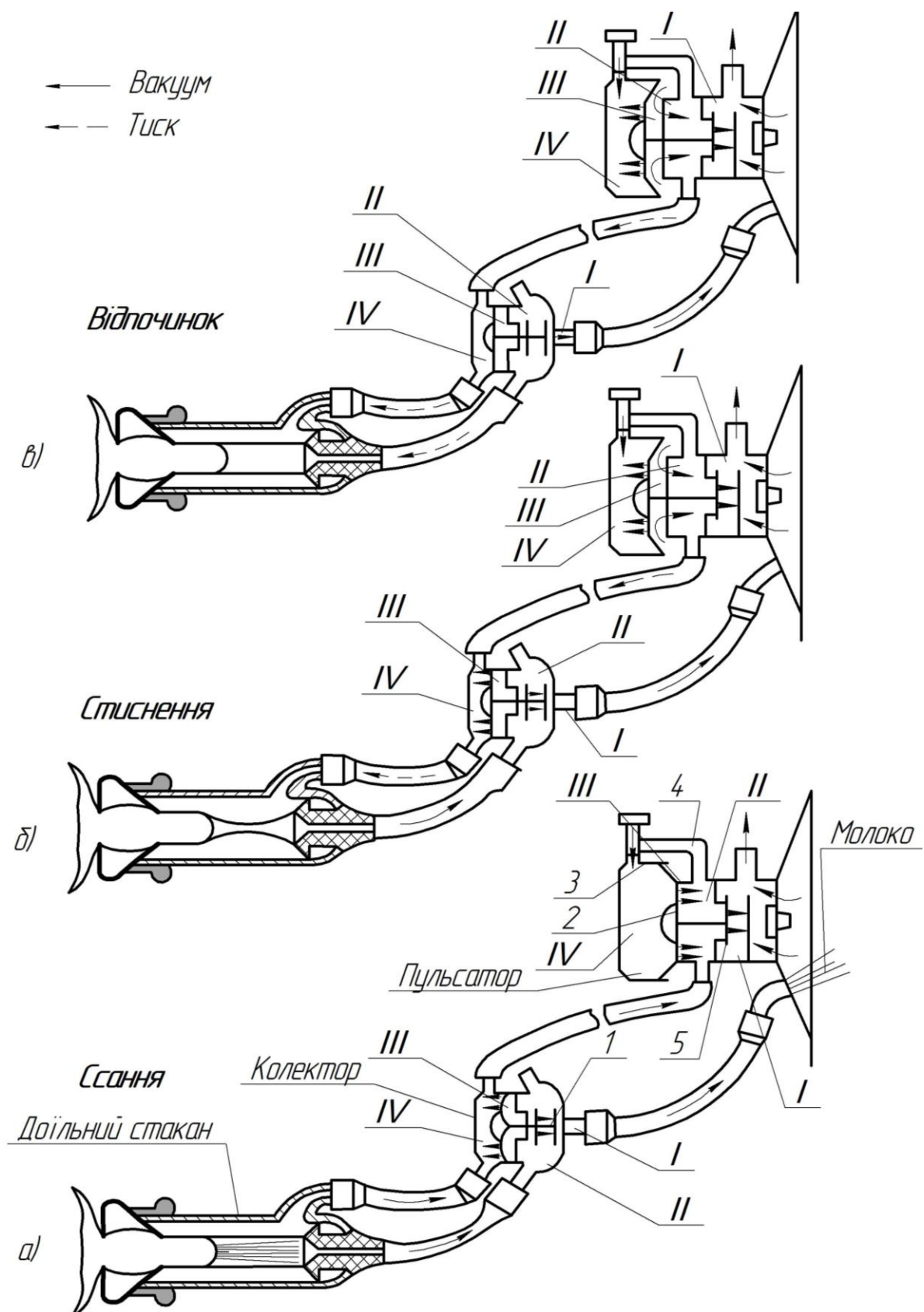


Рисунок 22.5. Схема роботи тритактного доїльного апарата:

а – ссання (тривалість  $0,531\text{с}$ ); б – стиснення (тривалість  $0,116\text{с}$ ); в – відпочинок (тривалість  $0,315\text{с}$ ); частота пульсацій  $1,03\text{с}^{-1}$ ; 1 – подвійний клапан колектора; 2 – мембрана; 3 – регулювальний гвинт; 4 – канал; 5 – нижній клапан пульсатора; I, II, III, IV – відповідні камери колектора і пульсатора, які забезпечують роботу доїльного апарата

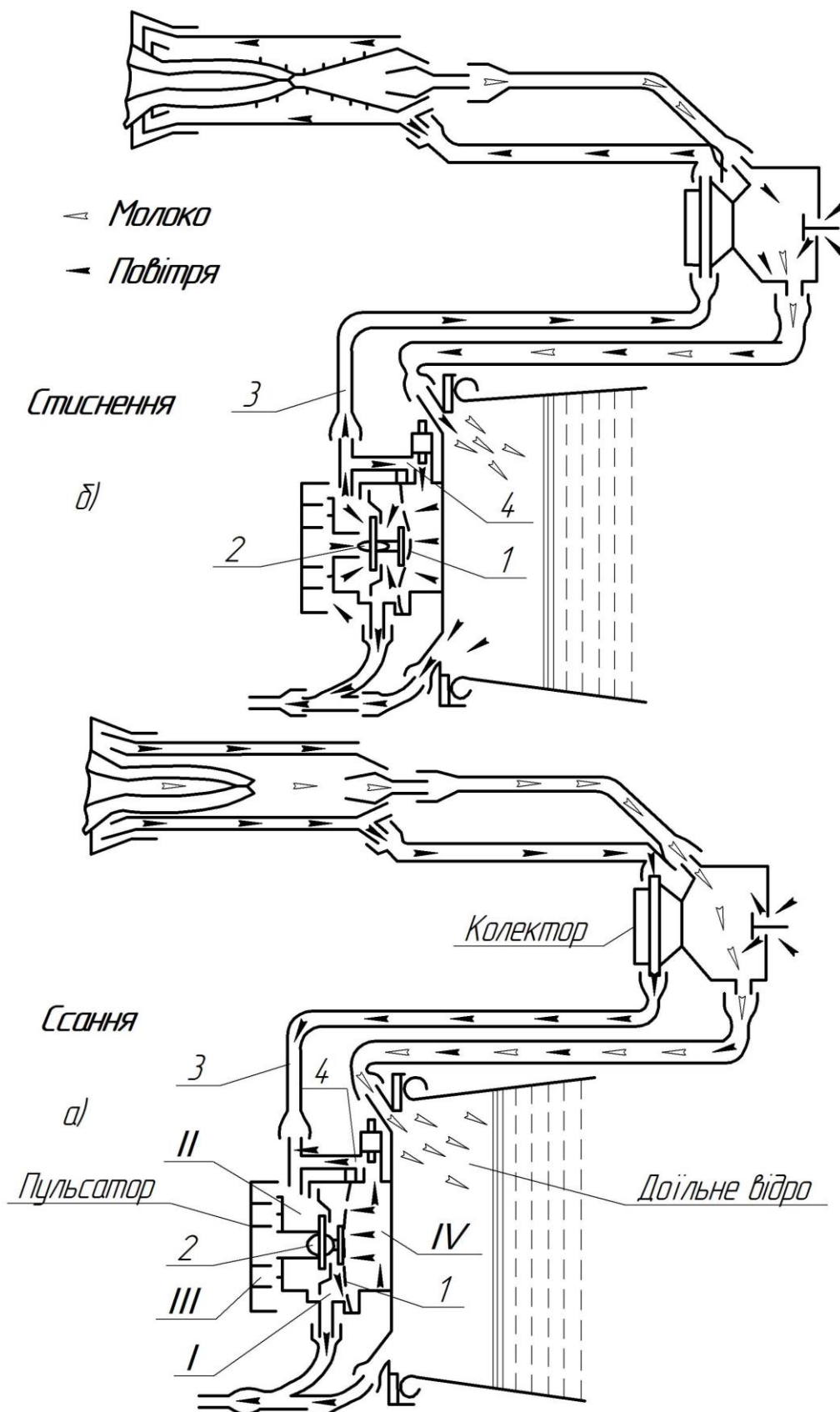


Рисунок 22.6. Схема роботи двотактного доїльного апарата:

а – ссання (тривалість 0,404с); б – стиснення (тривалість 0,167с); частота пульсацій  $1,75\text{с}^{-1}$ ; 1 – мембрана; 2 – подвійний клапан пульсатора; 3 – повітряний шланг від пульсатора до колектора; 4 – канал, що регулюється; I – камера постійного вакууму; II і IV – камери змінного вакууму; III – камера атмосферного тиску



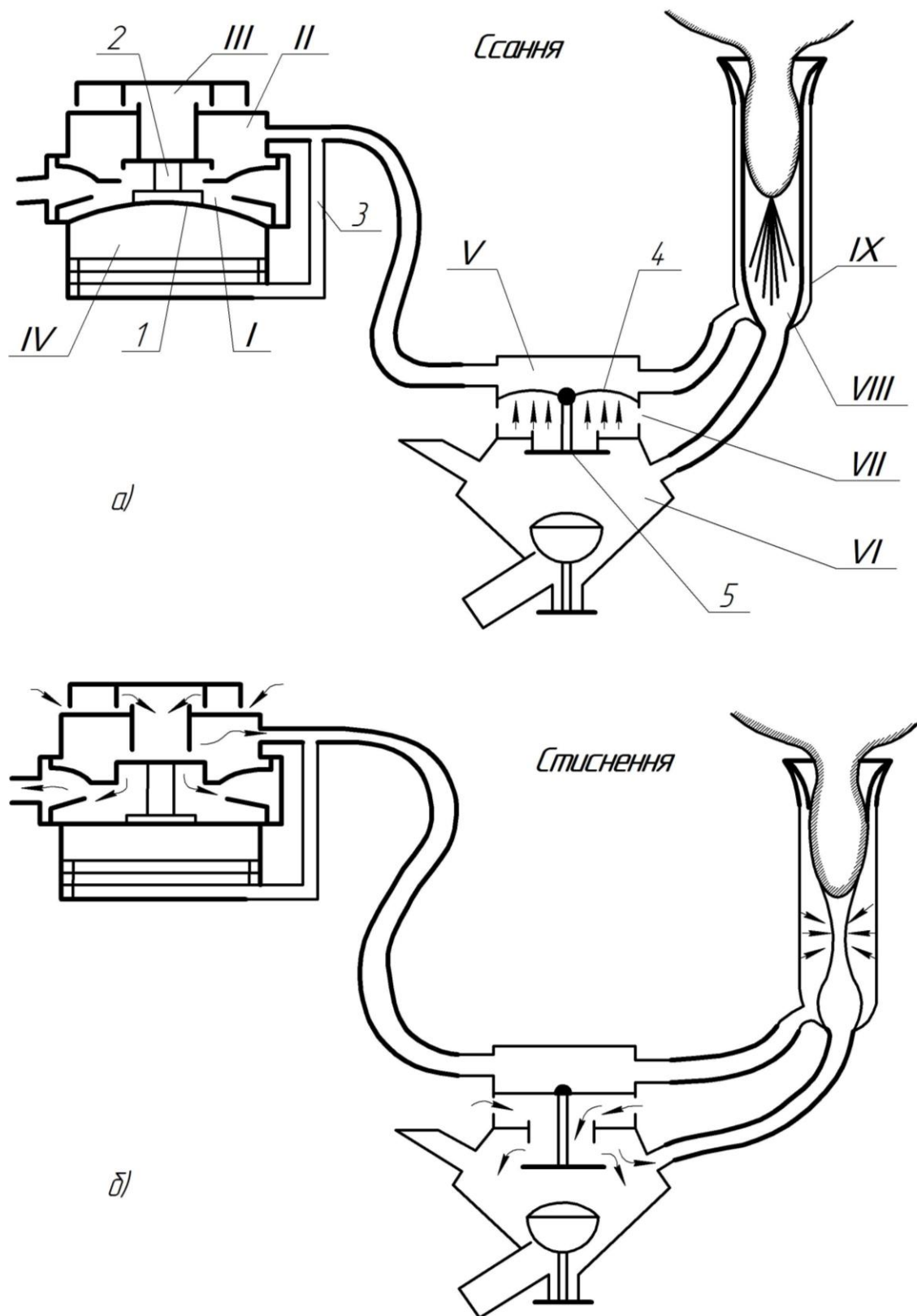


Рисунок 22.7. Схема роботи низьковакуумного доїльного апарата:  
 а – ссання; б – стиснення; 1 – мембрана пульсатора; 2 – клапан пульсатора; 3 – дросельний клапан; 4 – мембрана колектора; 5 – клапан колектора; I – камера постійного вакууму пульсатора; II і IV – камери змінного вакууму пульсатора; III – камера постійного атмосферного тиску пульсатора; V – розподільна камера колектора; VI – молочна камера колектора; VII – камера сталого атмосферного тиску колектора; VIII – піддійкова камера; IX – міжстінкова камера доїльного стакана

Доїльне обладнання для машинного доїння виготовляють на основі пневматичної та електронної автоматичних систем керування.

**Пульсатори** доїльних апаратів призначені для перетворення постійного вакууму, що створюється вакуумним насосом, у пульсуючий, з частотою, що відповідає частоті пульсацій даного типу доїльного апарата. Часові параметри пульсації вакууму залежать від типу і конструкції пульсатора й зумовлюють співвідношення тривалості тактів доїльних апаратів.

Пульсатори є: **пневмогравітаційні, пневмомембранні** (рис. 22.8) та **електромагнітні**. **Перевага** пневмомембранних і пневмогравітаційних пульсаторів – збудження коливань здійснюється за рахунок потенціальної енергії розрідженого повітря, тому інші види енергії не потрібно підводити до пульсатора. **Недоліки пневмомембранних пульсаторів:** нестабільність у часі параметрів пульсації, мінливість їх від зміни вакуумметричного тиску у вакуумпроводі та складність у здійсненні дистанційного автоматичного керування режимом роботи доїльного апарата. **Недолік пневмогравітаційного пульсатора** – потребує чіткого дотримання вертикального положення. **Перевага електромагнітних пульсаторів** – забезпечують стабільну частоту пульсацій. **Недоліки:** потребують електричного живлення, що ускладнює конструкцію, підвищує небезпечність обладнання.

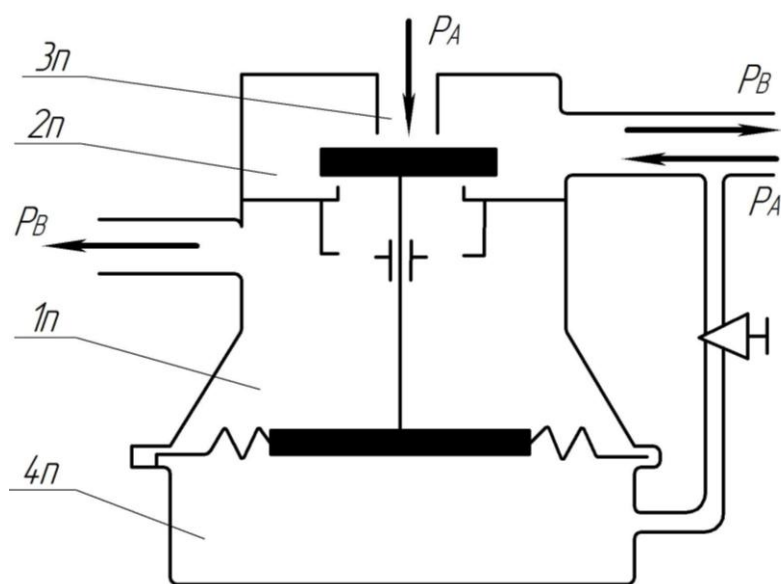


Рисунок 22.8. Схема пневмомембранного пульсатора:

- 1п – камера постійного вакуумметричного тиску;
- 2п – камера змінного вакуумметричного тиску;
- 3п – камера постійного атмосферного тиску;
- 4п – камера змінного вакуумметричного тиску (керуюча камера).

$P_B$  – вакуумметричний тиск;  
 $P_A$  – атмосферний тиск

**Електромагнітні пульсатори** (рис. 22.9) виготовляють з плоским, кулеподібним або циліндричним якорем і мають три камери: постійного вакууму 1п, змінного вакууму 2п і постійного атмосферного тиску 3п.

**Пульсатор доїльного апарата попарної дії** (рис. 22.10) зі синхронною зміною тактів в обох парах доїльних стаканів має жорстко з'єднані два клапани і додаткову камеру змінного тиску 5п, тиск в якій протилежний тиску в камері 2п. Кожна з камер приєднана через відповідні



розподільні камери колектора до міжстінкових просторів відповідної пари доїльних стаканів. У таких доїльних апаратах тривалість тактів ссання й стиснення однакові, що не відповідає оптимальному співвідношенню тактів. Цього недоліку немає у пульсаторів з роздільними клапанами (рис. 22.11).

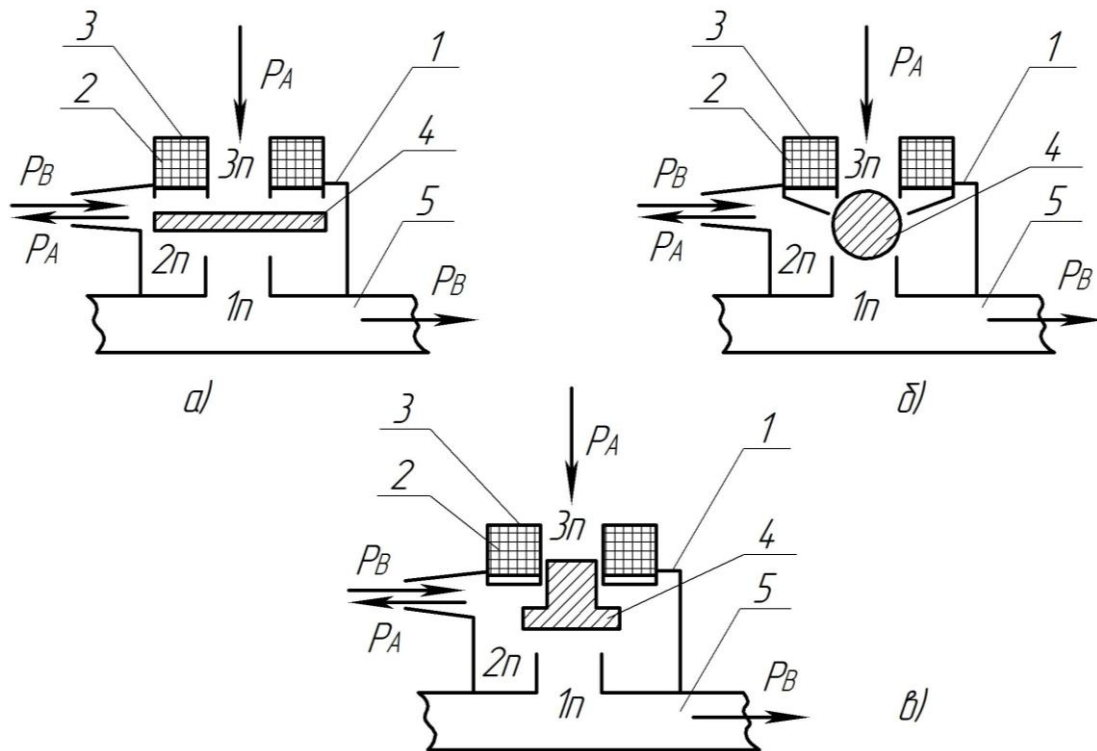


Рисунок 22.9. Схеми електромагнітних пульсаторів:

*а* – з плоским якорем; *б* – з кулеподібним якорем; *в* – з циліндричним якорем; 1 – корпус; 2 – котушка електромагніта; 3 – магнітопровід; 4 – якір; 5 – вакуумпровід або кришка доїльного відра; 6 – патрубок камери змінного тиску; 1*н* – камера постійного вакууму; 2*н* – камера змінного вакууму; 3*н* – камера постійного атмосферного тиску

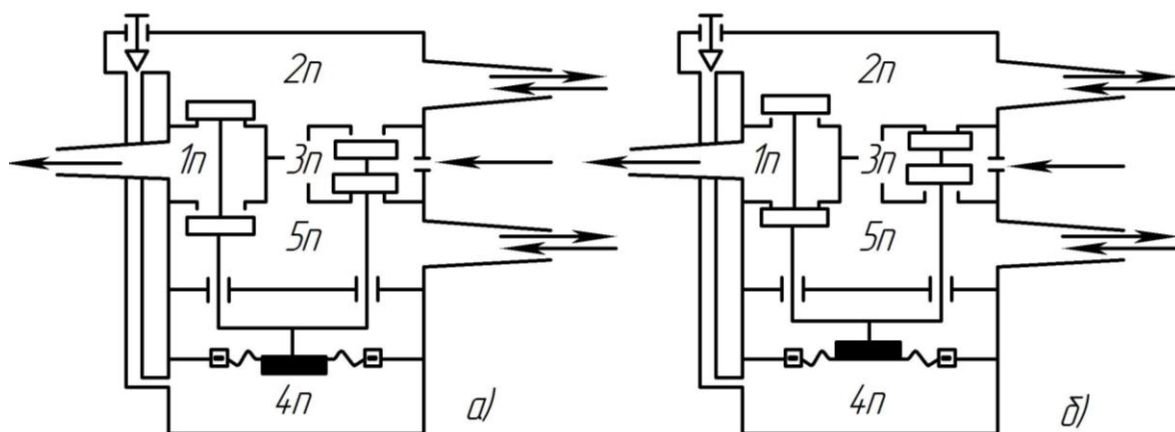


Рисунок 22.10. Схема роботи пульсатора доїльного апарата попарної дії:

*а* – положення, що відповідає такту ссання в передній парі доїльних стаканів і стиснення в задній; *б* – положення, що відповідає такту стиснення в передній і ссання в задній парі доїльних стаканів

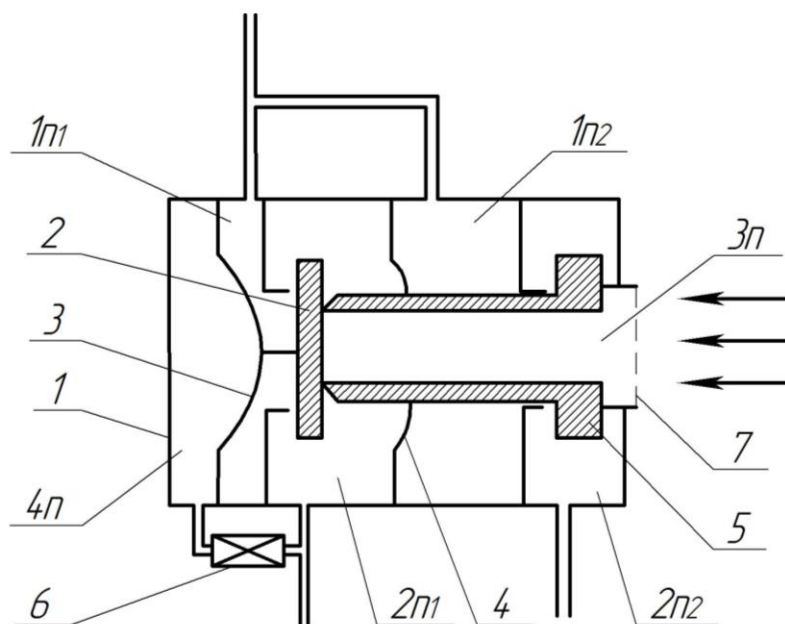
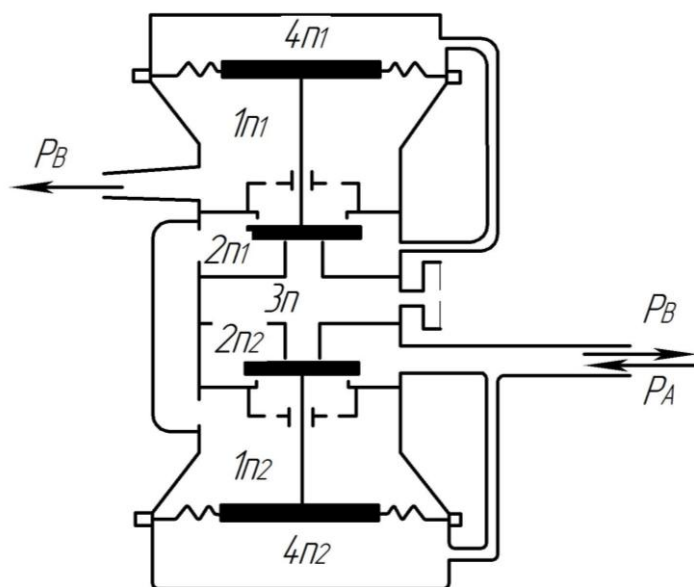


Рисунок 22.11. Схема попарного пульсатора з розділеними клапанами:  
1 – корпус; 2 і 5 – клапани;  
3 і 4 – мембрани; 6 – дросель;  
7 – фільтр;  
1n1 і 1n2 – камери постійного вакуумметричного тиску;  
2n1, 2n2 і 4n – камери змінного вакуумметричного тиску;  
3n – камера постійного атмосферного тиску;  
4n – керуюча камера



**Вібропульсатор** (рис. 22.12) – це спарені пневмомембранні або електромагнітні пульсатори, один з них налаштований на основну частоту пульсацій доїльного апарата (приблизно 1Гц), а другий – на частоту близько 10Гц. Вихідні патрубки камер 2n1 і 2n2 об'єднані й створюють вібрацію діючої гуми під час такту стиснення.

Рисунок 22.12. Схема вібропульсатора

**Пульсоколектор** (рис. 22.13) працює як і пневмомембранний пульсатор, але не має можливості ручного регулювання частоти пульсацій. Регулювання частоти пульсацій здійснюється зміною положення амортизатора у рухомому повзуні, що виготовлений як щільний дросель.

Пульсоколектор об'єднує в собі три основні частини: *А* – колектор збирання молока (з деталями клапана вимкнення доїльного апарата); *Б* – розподільник з камерою змінного тиску для розподілу вакууму або атмосферного тиску і фільтр з камерою атмосферного тиску; *В* – пульсатор з повітряною камерою та деталями регулювання частоти пульсацій.

Особливість пульсоколектора в тому, що він забезпечує принципово новий режим роботи доїльного апарата, наближений до природного ссання.

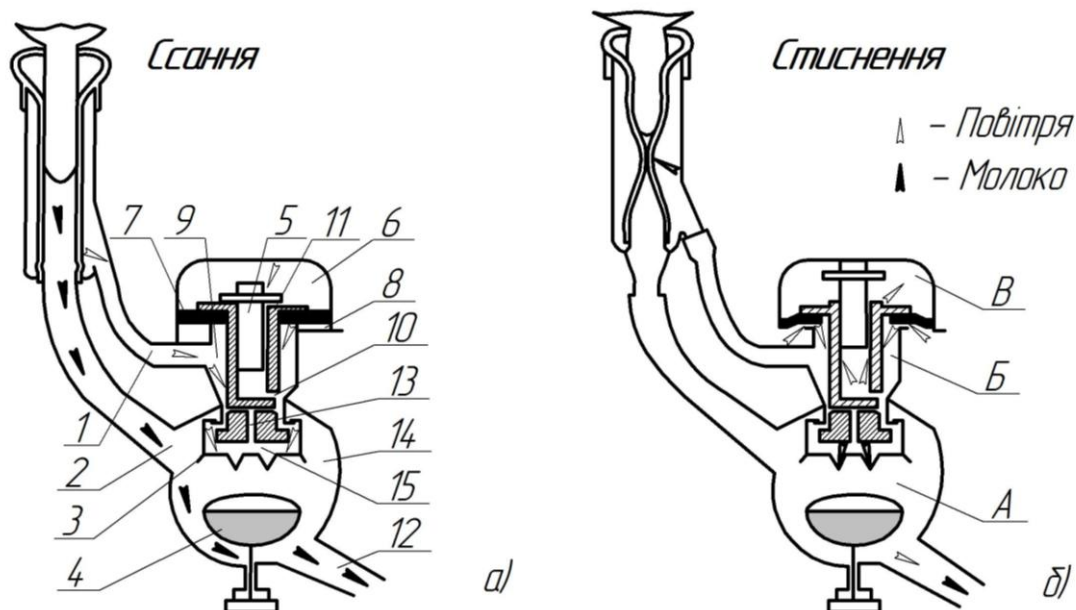


Рисунок 22.13. Схема роботи пульсоколектора:

*а* – ссання; *б* – стиснення; 1 – повітряний патрубок; 2 – молочний патрубок; 3 – захисна щільна діафрагма; 4 – клапан; 5 – повзун; 6 – керуюча камера; 7 – мембрана; 8 – камера атмосферного тиску; 9 – камера змінного вакууму; 10 – дросельний канал; 11 – клапан тарілчастий; 12 – патрубок молочного шланга; 13 – канал; 14 – молокозбірна камера; 15 – камера вакуумметричного тиску

**Колектор доїльного апарата** призначений для подавання вакууму або атмосферного тиску у камери доїльних стаканів, організації зміни тактів під час доїння і збирання молока від доїльних стаканів. Схеми колекторів доїльних апаратів різних типів зображені на рис. 22.14.

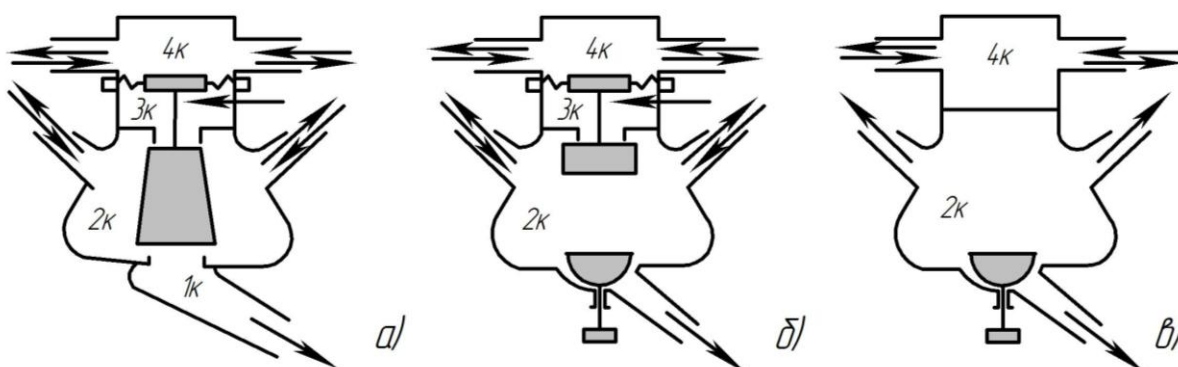


Рисунок 22.14. Схеми колекторів доїльних апаратів:

*а* – тритактного *б* – низьковакуумного; *в* – двотактного; 1к – камера постійного вакууму, 2к – камера молокозбірна; 3к – камера постійного атмосферного тиску; 4к – камера розподільна змінного тиску

Дво- і трикамерні колектори забезпечують двотактне доїння відповідно з одночасною та попарною роботою доїльних склянок; чотирикамерний використовують у тритактних та низьковакуумних доїльних апаратах.

## **Лекція 23**

### **МАШИНИ ТА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ДОЇННЯ КОРІВ (закінчення)**

- 23.1. Доїльні установки, класифікація і технологічні схеми.**
- 23.2. Доїння корів у стійлах зі збором молока в молокозбірні бідони.**
- 23.3. Доїння корів у стійлах зі збором молока у молокопровід.**
- 23.4. Доїння корів на доїльних майданчиках і в доїльних залах.**
- 23.5. Доїльні установки для доїння корів у літніх таборах,  
на пасовищах та малих фермах.**
- 23.6. Автоматизовані доїльні установки.**
- 23.7. Роботизовані доїльні установки.**
- 23.8. Розрахунок машин для доїння корів.**
  - 23.8.1. Розрахунок параметрів машинного доїння корів.**
  - 23.8.2. Визначення параметрів доїльних апаратів.**
  - 23.8.3. Визначення витрати повітря при доїнні.**
  - 23.8.4. Розрахунок продуктивності вакуум-насоса.**

### 23.1. Доїльні установки

Організація доїння корів залежить від технології виробництва молока та способу утримання корів. Застосовують такі **технології доїння**:

- в стійлах корівника переносними або пересувними апаратами зі збором молока у відра або бідони;
- доїння переносними апаратами в стійлах корівника зі збором молока у молокопровід;
- доїння в станках стаціонарних доїльних установок, розміщених у доїльних залах або на доїльних майданчиках;
- доїння в станках пересувних доїльних установок, встановлених на пасовищах і в літніх таборах.

Згідно з цими технологіями доїння існує **чотири основних типи доїльних установок**, які мають певні конструктивні особливості. ГОСТ 28545-90 «Установки доильные. Конструкция и техническая характеристика» передбачає їх класифікацію за такими **основними ознаками**:

- **умовами експлуатації** – стаціонарні й пересувні;
- **місцем розташування корів під час доїння** – доїння в стійлах корівника і в станках доїльної установки;
- **за станом станків під час доїння** – нерухомі й рухомі станки (конвеєрні);
- **способом входу корів у станки і виходу** – з індивідуальними й груповими станками;
- **взаємним розташуванням станків** – послідовне (типу «Тандем»), розташоване під кутом (типу «Ялинка»); паралельне (типу «Паралель», радіальне (типу «Карусель»);
- **способом збору молока**, що надходить від доїльних апаратів, – з доїнням у доїльні бідони (відра) і в молокопровід;
- **автоматизовані доїльні установки** (доїльні роботи) з вільним доступом тварин для доїння.

Класифікація доїльних установок наведена на рис. 23.1.

Технологічні схеми доїльних установок зображені на рис. 23.2 і 23.3.

### 23.2. Доїння корів у стійлах зі збором молока в молокозбірні бідони

Цю технологію застосовують в основному на малих фермах (у фермерських господарствах). Спосіб утримання корів – **прив'язний, стійлово-пасовищний** або **стійлово-табірний**.

Доїння в стійлах (див. рис. 23.2) здійснюють доїльними установками типу АД-100Б, ДАС-2В та ін. зі збором молока у переносні доїльні відра (молокозбірні бідони), якими транспортують його до відділення первинної обробки і тимчасового зберігання.

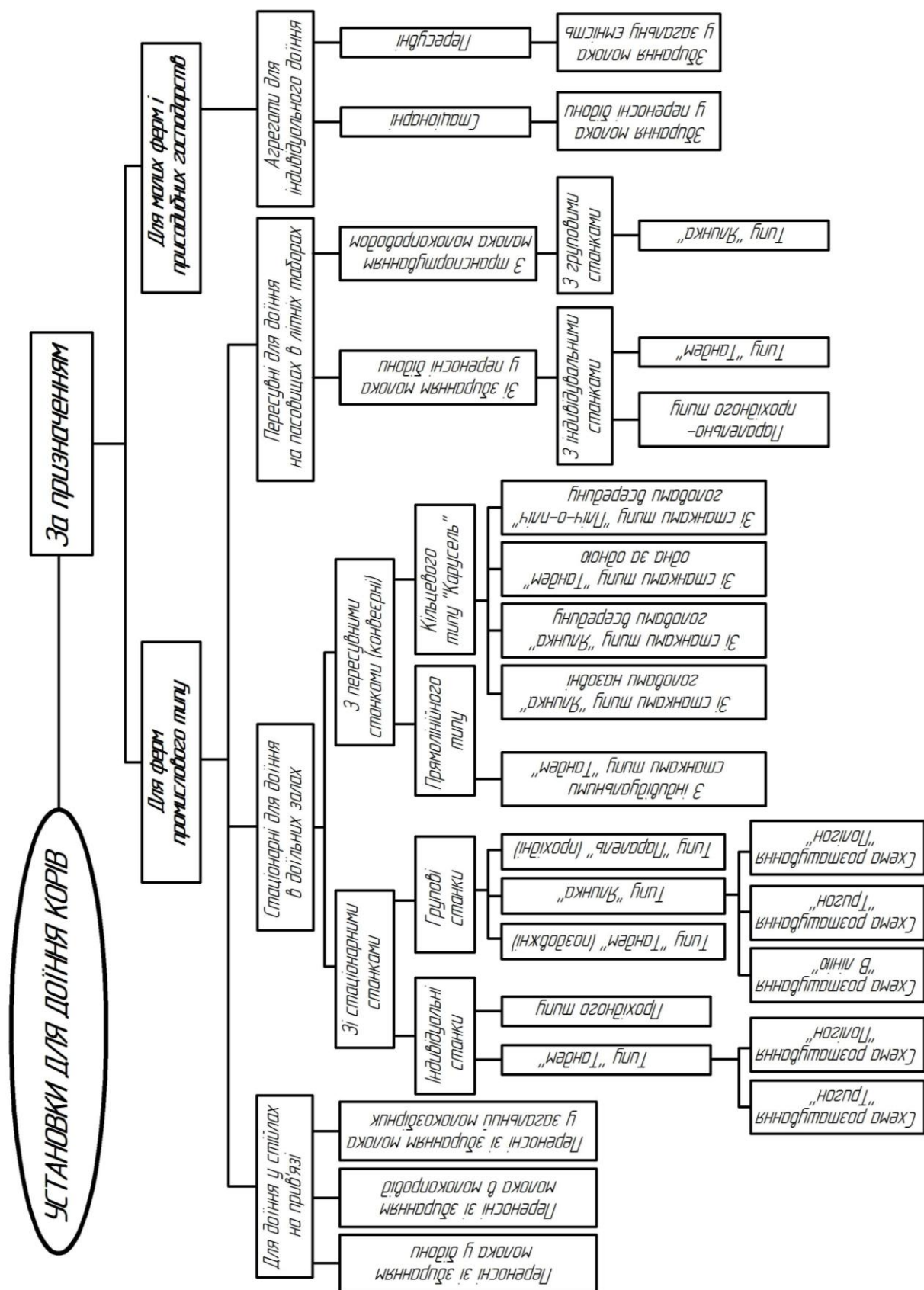


Рисунок 23.1. Класифікація доїльних установок

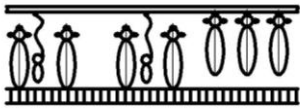
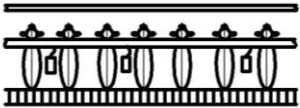
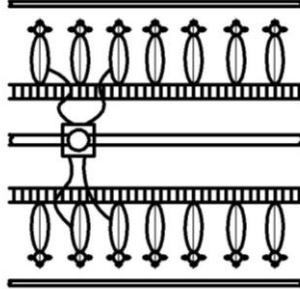
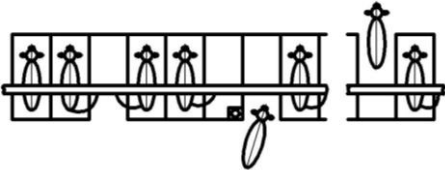
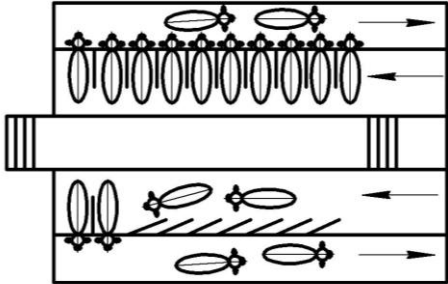
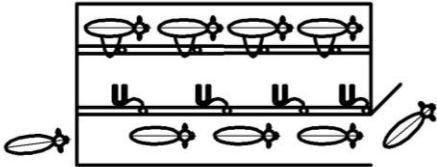
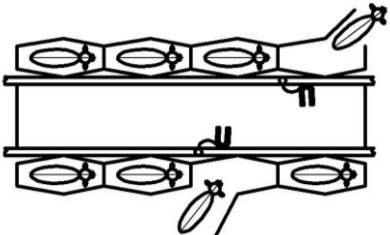
Призна- чення	Технологічна схема установки	Характерні ознаки
Доїння корів у стійлах		Стационарна зі збором молока у переносні бідони
		Стационарна зі збором молока у молокопровід
		Пересувна зі збором молока у загальний молокозбірник
Доїння корів у доїльних залах		3 паралельно-прохідними (індивідуальними) станками
		3 груповими станками типу «паралель», зал «Паралель»
		3 груповими прохідними станками, зал «Тандем»
		3 індивідуальними станками типу «Тандем», схема «В лінію», зал «Тандем»

Рисунок 23.2. Технологічні схеми доїльних установок



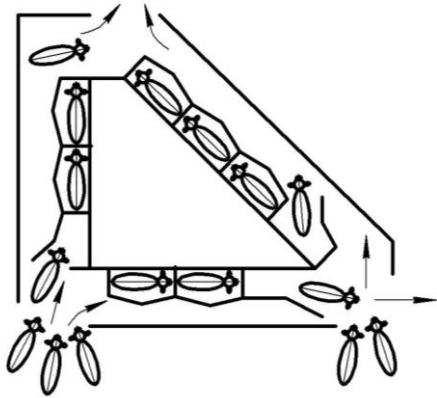
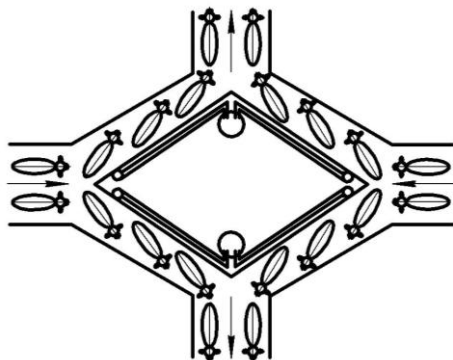
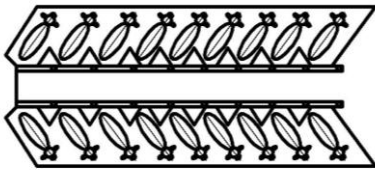
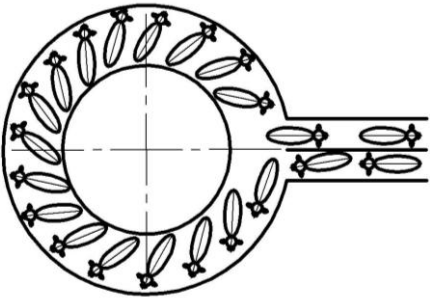
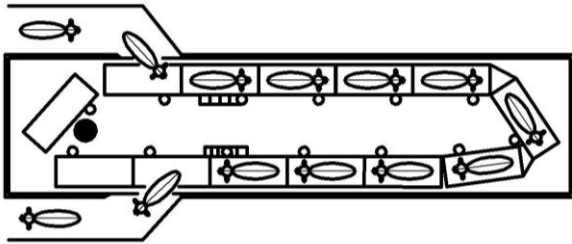
Призначення	Технологічна схема установки	Характерні ознаки
Доїння корів у доїльних залах		3 індивідуальними станками типу «Тандем», схема «Тригон», зал «Тандем»
		3 груповими станками типу «Ялинка», схема «Полігон», зал «Ялинка»
		3 груповими станками типу «ялинка», схема «в лінію», зал «Ялинка»
		3 індивідуальними станками типу «Ялинка», зал конвеєрний «Карусель»
		3 індивідуальними станками типу «Тандем», зал конвеєрний «Юнілактор»

Рисунок 23.3. Технологічні схеми доїльних установок



Ці установки складаються з доїльних апаратів, вакуумної установки, вакуумного балона, вакуумного регулятора, вакуумметрів, вакуумного проводу, установки для промивання доїльних апаратів, візка для перевезення молокозбірних бідонів, шафи для запасних частин, можуть бути укомплектовані електроводонагрівачами, очисником молока, танком-охолоджувачем вакуумованим, холодильною установкою.

Для промивання доїльної установки в автоматичному режимі її оснащують пристроєм промивання, до якого входять: ванна для доїльних апаратів, пристрій для промивання доїльних бідонів, спеціальний пульсатор зі збільшеним об'ємом керуючої камери, пульсопідсилювач. Для зовнішнього обмивання доїльної апаратури використовують розбризкувач.

Для доїння в стійлах застосовують також пересувні апарати, виконані у вигляді наземних або підвісних візків, на яких змонтована місткість для збирання молока, а в деяких установках і вакуумна станція (двигун і вакуумний насос).

**Переваги доїння в молокозбірні бідони:** відсутні операції щодо переміщення тварин до місць доїння; краще забезпечений індивідуальний догляд за тваринами; раціональна годівля і використання кормів; найпростіший набір технічних засобів.

**Недоліки:** найбільші затрати праці у зв'язку з наявністю операцій щодо переміщення доїльних апаратів уздовж фронту доїння і ручного транспортування молока до молочарні.

### **23.3. Доїння корів у стійлах зі збором молока у молокопровід**

Основна технологічна відмінність даного типу доїльних установок (АДМ-8А; УДМ-200 та ін.) – транспортування надоеного молока спеціальним трубопроводом, який називають **молокопроводом**. Виготовляють його скляним або з нержавіючої сталі.

Доїння в стійлах у молокопровід застосовують при **потоково-цеховій** системі виробництва молока.

Для забезпечення мінімального перепаду рівнів у процесі транспортування молока молокопроводом під час доїння, його вітки, що проходять над кормовими проходами корівника, мають можливість опускатися, коли проводиться доїння, і підніматися, коли проводиться роздавання кормів. Для цього установка обладнана спеціальним пристроєм, який піднімається за допомогою пружини, а опускається за допомогою сили тиску повітря, що діє на мембрану пневмокамери.

Для зручного і швидкого під'єднання молочного шланга й пульсатора переносного доїльного апарата до вакуумного і молочного проводів доїльні апарати обладнують швидкоз'ємним краном.

Для промивання й дезінфекції доїльного обладнання такі установки обладнують автоматом промивання, водонагрівачем, дозаторами мийних і дезінфікуючих розчинів, ванною для доїльних апаратів та пневмокранами.

Для збору молока є молокозбірник, для обліку молока доїльні установки обладнують індивідуальними і груповими лічильниками. Для відведення молока з молокозбірника на первинну обробку (очищення, охолодження та зберігання) його обладнують молочним насосом.

Навантаження на одного оператора, якщо проводиться доїння у переносні молокозбірні бідони, може бути 18...20 корів, а під час доїння в молокопровід – до 50 корів.

**Переваги доїння в стійлах у молокопровід:** покращення якості молока і підвищення продуктивності праці за рахунок відсутності ручних операцій транспортування молока.

**Недоліки:** велика довжина молокопроводів вимагає значних матеріальних затрат; ускладнене технічне обслуговування молокопроводів.

#### **23.4. Доїння корів на доїльних майданчиках і в доїльних залах**

Таке доїння застосовують при **безприв'язному** способі утримання і при використанні автоматичних прив'язей-відв'язей при прив'язному способі.

Характерні особливості цієї технології доїння:

- обмежене переміщення оператора машинного доїння;
- надходження тварин на доїння безперервним потоком або групами в рухомі або стаціонарні, групові або індивідуальні доїльні станки.

Схема доїльного станка типу «Тандем» зображена на рис. 23.4.

Доїння на доїльних майданчиках і в доїльних залах (див. рис. 23.2 і 23.3) застосовують на великих молочнотоварних комплексах з потоковою технологією виробництва молока. Молоко збирають у загальну ємність.

**Переваги:** відсутні операції перенесення доїльних апаратів і транспортування молока; раціональна організація праці (оператор у процесі доїння знаходиться відносно станків і тварин у заглибленні і йому не потрібно згинатися для обслуговування тварин, що зменшує втому і підвищує його продуктивність праці, забезпечує скорочення часу проведення технологічних операцій), вузька спеціалізація, а при застосуванні маніпуляторів доїння – автоматизація процесу. Це дозволяє досягти максимальної продуктивності праці оператора машинного доїння при раціональному складі технологічного обладнання та вищої якості молока.

**Недоліки:** зростають затрати на формування однорідних технологічних груп корів і ускладнюється індивідуальний контроль за тваринами.

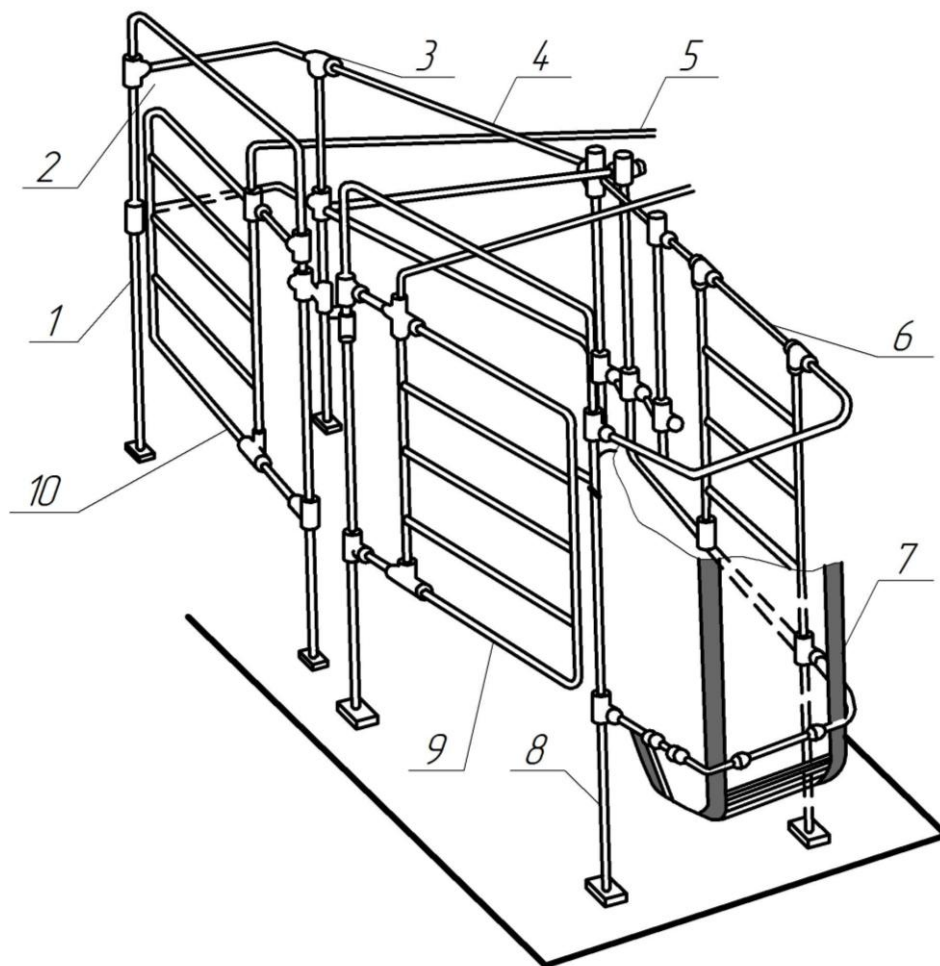


Рисунок 23.4. Станок доїльної установки УДТ-6 типу «Тандем» (правий):  
 1 – стояк; 2 – щиток; 3 – косинець; 4, 6 – труби; 5 – тяга дверей; 7 – годівниця;  
 8 – стояк вертикальний; 9 – двері випускні; 10 – двері впускні

Доїльні зали для доїння корів у спеціальних станках поділяють на групи: «Тандем», «Ялинка», «Карусель».

Доїльні зали типу «Тандем» (див. рис. 23.2 і 23.3) обладнані послідовно встановленими станками (тобто типу «Тандем») і можуть мати такі схеми розташування станків: «**В лінію**», тобто двостороннє (кількість місць 2x4, 2x3, 2x2); «**Тригон**», тобто тристороннє (3x4); «**Полігон**», тобто чотиристороннє (у вигляді ромба). Станки можуть бути індивідуальні, з боковим входом і виходом, з незалежним обслуговуванням корів, що забезпечує організацію індивідуального доїння і зменшує загрозу травмування їх у процесі доїння. Доїльний зал типу «Тандем» може бути обладнаний груповими поздовжніми станками.

Використання установок з груповими станками ставить додаткові вимоги щодо формування однотипних груп тварин, але сприяє підвищенню продуктивності праці операторів за рахунок кращої ергономіки процесу доїння та створює більші можливості для автоматизації процесу доїння.

Доїльні зали типу «Ялинка» (див. рис. 23.3) відрізняються від установок «Тандем» тим, що обладнані груповими прохідними станками, встановленими під кутом приблизно  $30^{\circ}$  до осі траншеї (тобто типу «Ялинка») головами від оператора і можуть мати такі схеми розташування станків: «В лінію» (2х8, 2х6, 2х4); «Тригон» (3х4); «Полігон» (4х8).

У доїльних залах типу «Полігон» (розроблений в США) забезпечується компактне розташування корів, автоматичний контроль над їх пересуванням і процесом доїння, окрім надягання доїльних стаканів.

Доїльний зал типу «Паралель» обладнують груповими прохідними станками з розташуванням корів перпендикулярно до осі траншеї «Пліч-о-пліч», тобто «Паралель». Це дозволяє ще компактніше розташовувати корів у станках та обслуговувати їх під час доїння ззаду, що зменшує вірогідність травмування оператора коровою.

Доїльний зал типу «Карусель» (рис. 23.5) – це кільцевий конвеєр-карусель (розроблений в США), на платформі якого встановлені доїльні станки. Розміщення доїльних станків може бути чотирьох видів: послідовне зі станками типу «Тандем»; зі станками типу «Ялинка» головами всередину; зі станками типу «Ялинка» головами назовні; зі станками «Пліч-о-пліч» головами всередину.

Доїльний зал типу «Юнілактор» (див. рис. 23.3) – це конвеєр, утворений з'єднаними між собою послідовно доїльними станками типу «Тандем», розташованими на замкненому рейковому контурі.

Контур доїльних установок конвеєрного типу влаштований так, що один оператор може без переходів обслуговувати тварин, виконуючи переддоїльні та заключні операції. На вході до конвеєра розміщене обладнання для санітарної обробки вим'я.

Доїльні установки типу «Карусель» і «Юнілактор» обладнують нижнім молокопроводом, вакуумпроводом, системами первинної обробки молока та циркуляційного промивання доїльної апаратури, що забезпечує промивання доїльних апаратів безпосередньо в доїльних станках (подібно до тих, що застосовуються на установках типу «Молокопровід»); мережею подавання теплої води з кранами і душовою сіткою для обмивання вим'я корів перед доїнням; проточним електрифікованим водонагрівачем. Доїльні установки пристосовані для використання сумісно з АСУ ТП виробництва молока і додатково можуть бути обладнані: установкою для обробки вим'я УОВ-Ф-1 (автоматичний маніпулятор переддоїльної санітарної обробки вим'я); маніпулятором доїння МД-Ф-1; індивідуальним лічильником молока ковшово-перекидного типу; електронним блоком керування; системою відкривання-закривання дверей для входу і виходу тварин із доїльного залу, з пневматичним приводом, яким можна керувати з робочого місця оператора.

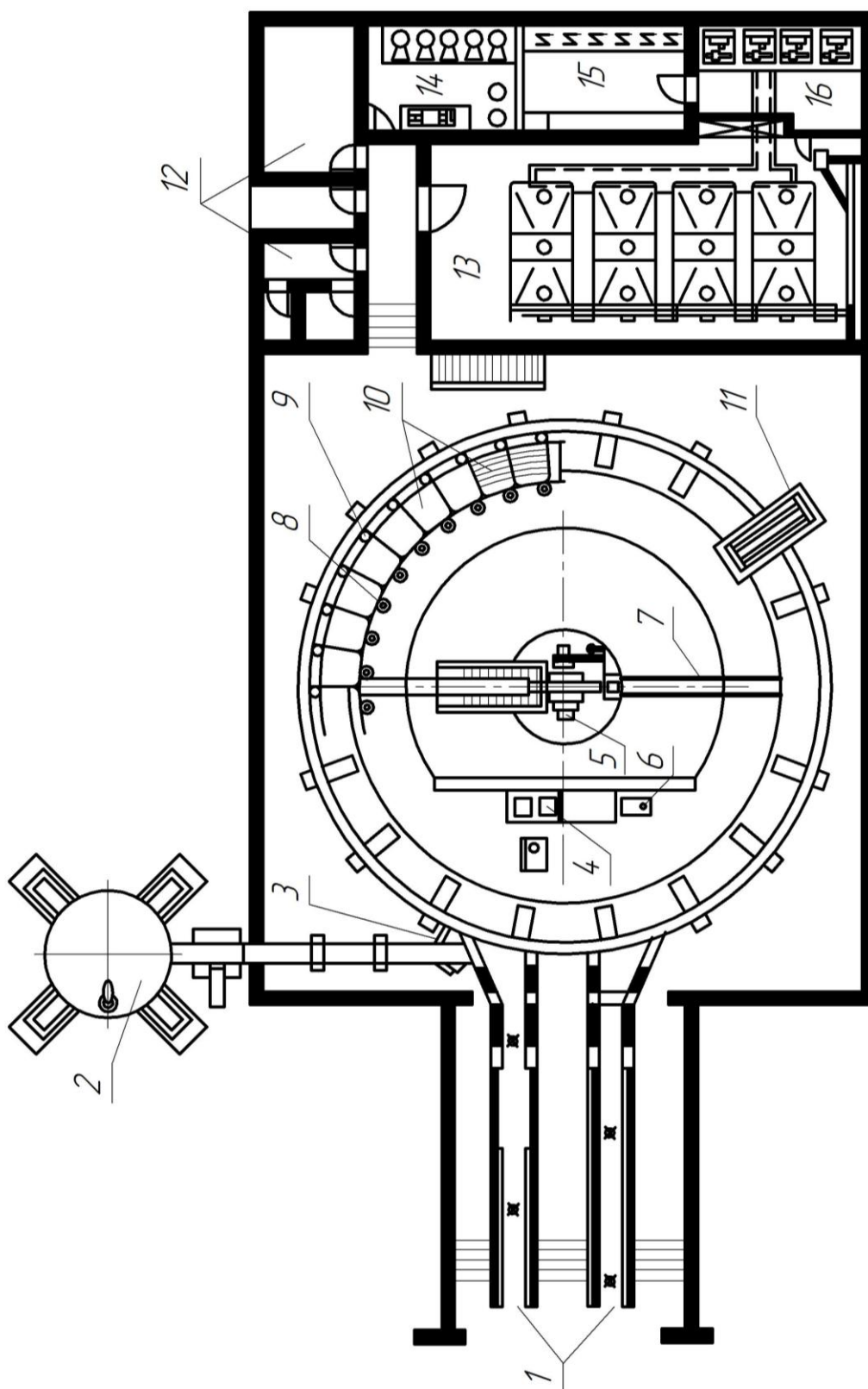


Рисунок 23.5. План-схема доїльної установки типу «Карусель»:

1 – проходи для корів; 2 – сховище комбікормів; 3 – кормороздавач; 4 – санітарний вузол;  
 5 – промивальний апарат; 6 – пульт керування; 7 – балка-«стріла»; 8 – молокозбірники  
 (доїльні апарати); 9 – годівниці; 10 – станки; 11 – електропривод; 12 – побутове приміщення;  
 13 – приміщення для приймання і зберігання молока; 14 – вакуум-насосна;  
 15 – електророзподільна; 16 – холодильні установки

Все обладнання доїльної установки «Карусель», крім платформи і станків, уніфіковане з установками інших типів.

Доїльні зали комплектують кормороздавачами концентрованих кормів, годівницями з дозаторами для нормованого видавання концентрованих кормів під час доїння залежно від продуктивності тварин.

Найвища продуктивність праці оператора машинного доїння може бути досягнута при застосуванні конвеєрних доїльних установок за умови дотримання формування однотипних груп тварин.

Основні переваги та недоліки найпоширеніших доїльних установок наведені у табл. 23.1.

Таблиця 23.1

Доїльні установки	Переваги	Недоліки
АДМ, АДС	<ul style="list-style-type: none"> <li>- простота обслуговування;</li> <li>- безпосереднє транспортування молока;</li> <li>- висока продуктивність праці</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- необхідність часто нахилятися оператору машинного доїння;</li> <li>- незадовільні умови роботи оператора</li> </ul>
«Ялинка»	<ul style="list-style-type: none"> <li>- великий діапазон розмірів доїльного залу;</li> <li>- висока продуктивність праці</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- час зміни групи визначається тривалістю доїння корови, що доїться найповільніше;</li> <li>- швидка зміна групи потребує великих затрат праці</li> </ul>
«Паралель»	<ul style="list-style-type: none"> <li>- короткі шляхи руху тварин;</li> <li>- висока продуктивність праці оператора;</li> <li>- малий ризик травмування оператора;</li> <li>- швидкий вхід і вихід тварин з установки</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- час зміни групи визначається тривалістю доїння корови, що доїться найповільніше;</li> <li>- поганий огляд корів, особливо передніх долей вим'я;</li> <li>- оператор і апарат можуть забруднюватися екскрементами</li> </ul>
«Тандем»	<ul style="list-style-type: none"> <li>- висока продуктивність праці оператора;</li> <li>- добрий огляд корів і вим'я;</li> <li>- можливість побудови різної форми залу;</li> <li>- рівномірна робота без стресу тварин</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- потребує підвищеної площі доїльного залу;</li> <li>- довгий шлях руху тварин;</li> <li>- високі вимоги до кваліфікації оператора</li> </ul>

### **23.5. Доїльні установки для доїння корів у літніх таборах, на пасовищах та малих фермах**

Стійлово-пасовищний спосіб утримання тварин пов'язаний з недоцільними перегонами корів на доїння у стаціонарні доїльні зали чи приміщення, оскільки неминучі значні втрати продуктивності. У таких випадках організовують **доїння безпосередньо на пасовищах**, використовуючи спеціальні **пересувні доїльні установки** типу УДС-ЗБ, УДЛ-Ф-12, К-Р-10 зі збиранням молока у загальну ємність. Вони забезпечують доїння корів, первинну обробку і переробку молока, тимчасове його зберігання і видавання концентрованих кормів. Ці установки обладнані індивідуальними станками прохідного типу й автономними двигунами внутрішнього згоряння для енергозабезпечення в умовах відсутності електрифікації при зміні місця розташування літнього табору чи значної віддаленості від електромережі.

Для доїння корів у приватних присадибних господарствах і на малих фермах (до 10...15 голів) використовують **індивідуальні доїльні агрегати**. Вони складаються з вакуумної установки, уніфікованого доїльного апарата, молокозбірної бідона, вакуумного регулятора, вакуумметра, глушника та пульта керування. Установки такого типу виготовляють у двох виконаннях – стаціонарному з вакуумним проводом і пересувному, змонтованому на візку.

Для малих ферм з доїнням корів на пасовищах і в доїльних залах застосовують пересувну доїльну установку УДМ-Ф-1. Вона переміщається на полозах. Доїння здійснюється зі збором молока в молокозбірні бідони.

### **23.6. Автоматизовані доїльні установки**

Доїльні установки випускають з урахуванням різних технологій утримання тварин на фермах і для різного рівня механізації та автоматизації виробничих процесів.

На даний час молочні ферми України потребують модернізації й технічного переоснащення. Тільки великі підприємства можуть забезпечити рентабельне виробництво молока, використовуючи сучасні високопродуктивні молочні породи, технології виробництва й утримання, технічні засоби з кормовиробництва, заготівлі, переробки і роздавання кормів, а також механізацію та автоматизацію машинного доїння й видалення гною. Тому ринок України заповнюється відповідною технікою з Росії, Білорусі, Швеції, Німеччини, Голландії, Англії та інших країн.

При виборі доїльної техніки враховують її відповідність **таким вимогам**: нетривалий термін адаптації тварин до нової техніки; отримання високоякісної продукції; збільшення термінів виробничого

використання тварин у 1,5...2 рази; максимальна автоматизація окремих операцій та процесу доїння в цілому. Найбільше цим вимогам відповідає обладнання фірм «Delaval» (Швеція), «Westfalia Surge» (Німеччина), «Fullwood» (Великобританія), «BouMatic» (США). Ці та інші фірми виготовляють обладнання для різних технологій доїння, у тому числі й для автоматизованого та роботизованого доїння. Усі автоматизовані доїльні системи забезпечують облік надою від кожної корови, автоматичний контроль за процесом доїння з урахуванням фізіологічних особливостей тварин, вибір оптимального режиму доїння (частота пульсацій, рівень вакууму, співвідношення тактів, стимуляція рефлексу молоковіддачі) та автоматичне завершення процесу доїння.

Для машинного доїння при безприв'язному утриманні корів більшість закордонних фірм виготовляють **доїльні зали** типу «Ялинка», «Карусель», «Паралель», «Полігон» та інші, **які мають модульну структуру** і дозволяють змінювати кількість місць для доїння залежно від утримуваного поголів'я. Усі операції на таких установках автоматизовані.

Для доїння будь-якого поголів'я корів за прив'язного способу утримання використовують **автоматизовані доїльні установки модульної конструкції з молокопроводом**.

Автоматизовані доїльні установки УДА-8А «Тандем» і УДА-16А «Ялинка» мають уніфіковане обладнання доїльної та промивної системи. Станки обладнані маніпуляторами-автоматами МД-Ф-1 (рис. 23.6), які контролюють хід доїння, виконують машинне додоювання, знімають доїльні склянки з вим'я тварин без втручання людини. Такими ж маніпуляторами обладнані автоматизовані доїльні установки УДА-100 «Карусель».

Доїльні установки типу «Тандем», «Ялинка», «Карусель» забезпечують виконання таких технологічних операцій: підготовку установки до доїння; підгін корів на переддоїльну площадку; випускання корів на переддоїльну площадку; впускання корів на установку УОВ-Ф-1 для автоматичної санітарної обробки вим'я; впускання корів у доїльний станок; обтирання вим'я корови, здоювання перших струминок молока і надівання доїльних апаратів; автоматизоване доїння, додоювання, зняття доїльного апарата після припинення молоковіддачі; випускання корови з доїльного станка; замірювання молока, надоєного від кожної корови (при контрольному доїнні); транспортування молока у молочне відділення; фільтрацію молока; охолодження молока і подачу його в ємність для зберігання; промивання і дезінфекцію доїльної установки; роздавання кормів.

Для доїння корів у стійлах використовують установки АД-100; ДАС-2Б, «Імпульс М-622»; АДМ-8-04.



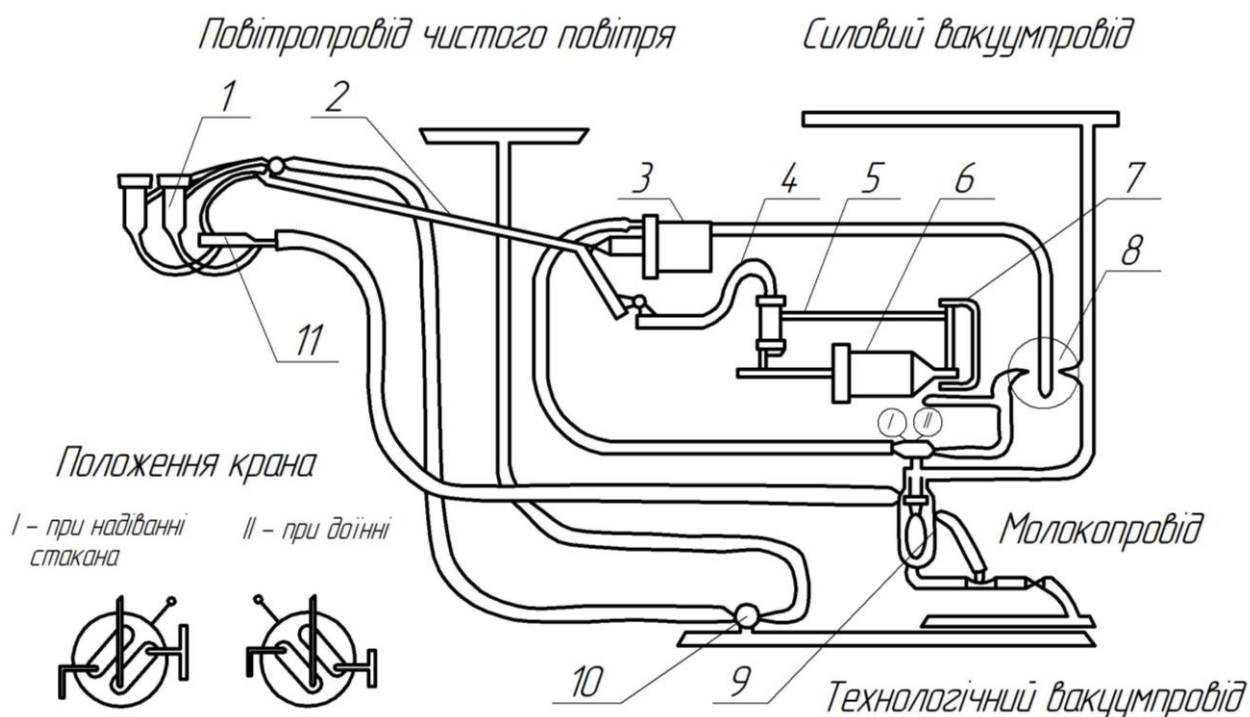


Рисунок 23.6. Маніпулятор доїння МД-Ф-1:

1 – доїльні стакани; 2, 4, 5 – важелі; 6 – пневмоциліндр виведення доїльної апаратури з-під вим'я корови; 7 – кронштейн; 8 – кран; 9 – автомат керування; 10 – пульсатор; 11 – колектор

Для автоматизації процесу доїння в молокопровід при прив'язному утриманні у Київському інституті автоматики розроблено переносний доїльний апарат «Пульсар-1» із електронним пульсатором і автоматом стимуляції режиму доїння. Використання його дозволяє здійснювати контроль надюю молока індивідуально від кожної корови, забезпечувати індивідуальний та оптимальний режим доїння залежно від потоку молока, скорочувати час доїння та підтримувати зростання продуктивності стада.

### 23.7. Роботизовані доїльні установки

Перспективою розвитку молочного скотарства XXI століття стане широке використання енергозберігаючих технологій виробництва і безприв'язного утримання тварин. Розроблення та апробація таких технологій розпочалася в кінці минулого століття і базується на застосуванні доїльних роботів на молочних фермах. Перші роботи були випущені у 1980 році в Західній Європі. Розробленням роботизованих систем доїння займаються фірми «Westfalia Landtechnik» (Німеччина),

«Lely» і «Prolion» (Голландія), «Fullwood» (Великобританія), «Alfa-Laval-Agri» (Швеція), «Gascoigne Melotte» (Франція) та інші (понад 10 фірм).

Роботизовані системи доїння розвиваються у двох напрямках:

- один доїльний бокс, який обслуговує один робот;
- доїльна установка, в якій рухомий робот для надівання доїльних склянок обслуговує кілька доїльних боксів.

В однобоксових доїльних роботах (наприклад, «Astronaut» фірми «Lely») позиціонування доїльного апарата відбувається з допомогою лазера. У багатобоксових роботизованих установках (наприклад, «Liberty» фірми «Prolin») позиціонування доїльного апарата здійснюється двома ультразвуковими датчиками. Точками відліку в обох випадках є передні діжки.

Створення і використання роботизованих доїльних систем сприяє:

- вирішенню соціальних питань, скороченню витрат фізичної праці у сільськогосподарському виробництві і, зокрема, у тваринництві;
- заміні ручної праці механізмами та роботами, що дає певну вигоду;
- забезпеченню подальшого зростання продуктивності тварин.

Однак надійність системи постановки доїльних склянок на діжки вим'я в технічному плані у зв'язку з різними формами вим'я та діжок у корів вирішена на 83-85% і потребує подальшого удосконалення.

Роботизована установка (рис. 23.7) – це загороджений з чотирьох боків доїльний майданчик, на якому може розміститись одна корова.

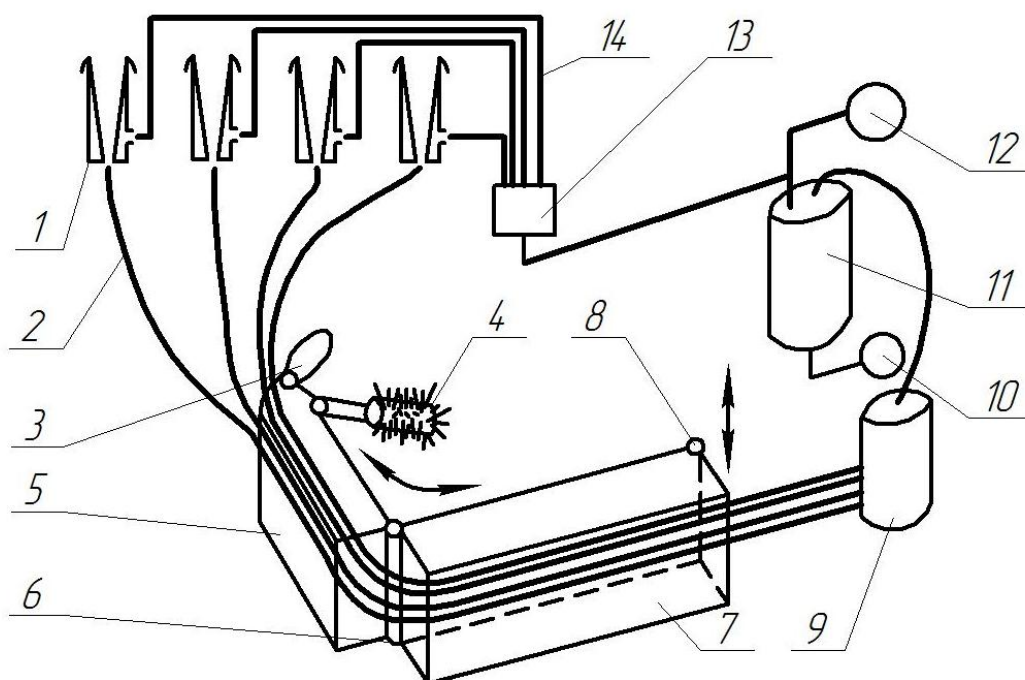


Рисунок 23.7. Принципова схема доїльного робота:

- 1 – доїльний стакан; 2 – шланг молочний; 3 – скануючий пристрій; 4 – щітка; 5 – рукав;  
6 – шарнір; 7 – кожух; 8 – шарнір; 9 – лічильник молока; 10 – насос молочний;  
11 – молокоприймач; 12 – насос вакуумний; 13 – блок пульсаторів; 14 – шланг вакуумний

Послідовність процесу доїння при використанні робота:

- входження корови у бокс робота;
- ідентифікація тварини;
- встановлення очікуваного надою від корови, що зайшла на доїння;
- блокування корови, якщо очікувана кількість перевершує мінімальний запрограмований рівень;
- якщо доїння дозволено, видавання певної кількості концкорму;
- миття дійок і підключення апарата;
- доїння;
- дезінфекція сосків;
- звільнення корови.

Робот реєструє основні показники:

- розміри тварини;
- кількість і час доїнь кожної корови;
- продуктивність корови очікувану і реальну;
- середню швидкість надходження молока;
- споживання концентрованого корму.

Усі дані, пов'язані з процесом доїння, робот реєструє і записує в пам'ять комп'ютера. Аналіз, інтерпретація даних, турбота про стадо – це справа фермера.

Практично всі моделі роботів розраховані на 150...170 доїнь за добу. Тобто при 2-3-разовому доїнні один робот може обслужити до 60 корів за добу. Застосування робота ефективне, якщо загальне виробництво молока цих корів складає 400...500 тис. літрів на рік.

Для крупних молочних ферм можна використовувати кілька одно-боксових роботів або одну багатобоксову роботизовану доїльну систему.

Доїльні роботи на 1 доїльне місце розташовують безпосередньо у корівнику, вони можуть видоювати 55...65 корів. Роботизовані установки на кілька доїльних місць (від 2 до 4) розміщують в окремому приміщенні, вони можуть обслуговувати до 160 корів.

Тип будівлі для доїння при використанні робота не вимагає якихось особливостей, а розміри можуть бути істотно меншими. Залежно від проекту будівлі можливе таке розташування робота, яке забезпечує вільний вхід у нього корів або примусовий вхід (обов'язковий прохід через робот при переході з вигульної ділянки до місця відпочинку і сну).

Доїльних роботів використовують у господарствах багатогалузевого виробництва (рослинництво, тваринництво). **Переваги:**

- швидкість монтажу – всього 2 години;
- швидкість освоєння використання робота (кілька місяців);
- скорочується зайнятість фермера на доїнні до 2,5 години на день;
- враховуються індивідуальні добові ритми кожної корови;

- корови швидко звикають до доїння роботами і самостійно відвідують бокс;
- корова одночасно з доїнням отримує добову норму концкормів;
- продуктивність корів зростає до 15%.

#### **Недоліки:**

- потребує ретельного відбору корів – необхідно контролювати правильність форми вим'я (зазвичай корови з неправильною формою вим'я складають 8% стада);
- необхідно звертати увагу на рівномірність отелення протягом року, щоб виключити перевантаження робота у певні періоди;
- вільний випас худоби погано поєднується з роботою робота, оскільки скорочується можливість відвідування його коровами;
- при виборі типу робота необхідно враховувати можливість його максимального завантаження;
- висока вартість робота. Для попереднього оцінювання може бути використаний критерій мінімальних питомих капітальних вкладень.

Отже, робот не є конкурентом традиційному обладнанню доїльного залу, а швидше – це альтернатива для певного кола фермерів.

### **23.8. Розрахунок машин для доїння корів**

#### **23.8.1. Розрахунок параметрів машинного доїння корів**

В основу технологічного розрахунку машинного доїння входить вибір типу доїльної установки, визначення її продуктивності, кількості операторів та доїльних апаратів, з якими може працювати один оператор, а також витрат на одиницю продукції.

Залежно від системи утримання корів на фермі, їхньої кількості, продуктивності та здатності до молоковіддачі вибирають тип доїльної установки.

**Кількість доїльних установок** для ферми при *безприв'язному утриманні* визначають за формулою

$$Z_{Д.У}^Б = \frac{m_Д}{Q_{Д.У} \cdot T_{Ц.Д}} + 1, \quad (23.1)$$

де  $m_Д$  – кількість дійних корів на фермі, голів;

$Q_{Д.У}$  – пропускна здатність доїльної установки, голів/год, вибирають з технічної характеристики;

$T_{Ц.Д}$  – тривалість одного циклу доїння всіх корів на фермі, одноразове доїння  $T_{Ц.Д}=4...6$  год, дворазове –  $T_{Ц.Д}=8...10$  год;

1 – одна доїльна установка для відділення отелення (доїння у відра).

**Кількість лінійних доїльних установок**, які використовують стаціонарно в однотипних корівниках з **прив'язним утриманням**, визначають за формулою

$$Z_{Д.У}^{П} = \sum_{i=1}^n \frac{m_i \cdot n_j}{m_{K1}} + 1, \quad (23.2)$$

де  $m_i$  – місткість типового корівника, голів;

$n_j$  – кількість однотипних корівників на фермі, шт.;

$m_{K1}$  – кількість корів, що обслуговується однією доїльною установкою, голів.

**Пропускну здатність лінійної доїльної установки** визначають за формулою

$$Q_{Д.У} = \frac{60 Z_{ДА} \cdot Z_{ОП}}{t_{Ц1}}, \quad (23.3)$$

де  $Z_{ДА}$  – кількість доїльних апаратів (індивідуальних станків), які обслуговує один оператор, (визначають з технічної характеристики доїльної установки);

$Z_{ОП}$  – кількість операторів, що обслуговують доїльну установку (визначають з технічної характеристики доїльної установки);

$t_{Ц1}$  – тривалість циклу доїння однієї корови, розраховують її за формулою

$$t_{Ц1} = t_M + t_P + t_{II}, \quad (23.4)$$

де  $t_M$  – машинний час доїння однієї корови,  $t_M \approx 4 \dots 6$ хв;

$t_P$  – час виконання ручних та машинно-ручних операцій, пов'язаних із доїнням однієї корови, при доїнні у відра  $t_P = 3 \dots 4$ хв, при доїнні у молокопровід  $t_P = 2 \dots 3$ хв, при доїнні на установці типу «Ялинка»  $t_P = 0,8 \dots 1,0$ хв;

$t_{II}$  – час, який витрачають на переміщення доїльного апарата з одного робочого місця на інше, хв.

В автоматизованих доїльних установках тривалість операцій машинного додоювання і знімання доїльних стаканів із дійок не враховують.

Годинну пропускну здатність доїльної установки визначають за формулою

$$Q_{Г.Д} = Q_{Д.У} / T_{Ц.Д} . \quad (23.5)$$

Продуктивність праці оператора-дояра за 1 годину визначають за формулою

$$Q_{О.Д} = Q_{Г.Д} / Z_{ОП} . \quad (23.6)$$

При доїнні на конвеєрних доїльних установках враховують **ритм доїння**  $R_{Д}$  – проміжок часу між однойменними операціями, що стосуються двох корів, яких доять одна за одною. Визначають його так:

$$R_{Д} = \frac{T_{Ц.Д} - t_{Ц1}}{m_{Д} - 1} . \quad (23.7)$$

Для дотримання ритму доїння, забезпечення безперебійного руху корів у доїльно-молочний блок обладнують переддоїльний майданчик із розрахунку  $1,8 \dots 2 \text{ м}^2$  на одну голову групи тварин. Шляхи руху видоєних і невидоєних корів не повинні перетинатися.

### 23.8.2. Визначення параметрів доїльних апаратів

Важливими параметрами доїльного апарата є **частота пульсацій** та **співвідношення між тактами**. Ці параметри є функцією часу  $\tau$ , що впливає на зміну вакууму в камері змінного вакууму пульсатора доїльного апарата. Номінальний вакуум у системі позначають  $h$ , найменший  $h - x$  у будь-який проміжок часу  $\tau$ .

Час такту ссання позначають  $\tau_1$ , час такту стиснення –  $\tau_2$ . Тривалість усього пульсаційного циклу визначають за рівнянням

$$\tau = \tau_1 + \tau_2 = \frac{1}{K_1} \ln \frac{h - h_1}{h - h_2} + \frac{1}{K_2} \ln \frac{h_1}{h_2} . \quad (23.8)$$

Частота пульсацій доїльного апарата є величиною, оберненою тривалості пульсаційного циклу

$$n_{Д.А} = 1/\tau . \quad (23.9)$$

Для кращого розуміння доцільно провести заміну значень вакууму розмірними параметрами пульсатора – діаметрами верхнього та нижнього клапанів мембрани.

У випадку, якщо сила, що діє на мембрану, зрівноважується силою, що діє на верхній клапан у момент перемикання, можна записати

$$\frac{\pi \cdot D_M^2}{4} \cdot h_2 = \frac{\pi \cdot D_{BK}^2}{4} \cdot h_1, \quad (23.10)$$

де  $D_M$  – діаметр мембрани, мм;

$D_{BK}$  – діаметр верхнього клапана, мм.

У момент перемикання із крайнього верхнього положення в нижнє, сили, що діють з боку мембрани та нижнього клапана, зрівноважуються, тому

$$\frac{\pi \cdot D_M^2}{4} \cdot h_1 = \frac{\pi \cdot D_{HK}^2}{4} \cdot h_1, \quad (23.11)$$

де  $D_{HK}$  – діаметр нижнього клапана, мм.

Провівши заміну в рівняннях (23.8) і (23.9), отримують значення частоти пульсації і співвідношення між тактами, виражені через геометричні характеристики пульсатора:

$$n_{Д.А} = \frac{1}{\tau} = \frac{1}{\frac{1}{K_1} \ln \frac{D_M^2 - D_{HK}^2}{D_M^2 - D_{BK}^2} + \frac{1}{K_2} \ln \frac{D_{BK}^2}{D_{HK}^2}}; \quad (23.12)$$

$$\frac{\tau_1}{\tau_2} = K \frac{\ln \frac{D_M^2 - D_{HK}^2}{D_M^2 - D_{BK}^2}}{\ln \frac{D_{BK}^2}{D_{HK}^2}}, \quad (23.13)$$

де  $K_1$ ,  $K_2$ ,  $K$  – коефіцієнти пропорційності, залежать від об'єму камери і параметрів трубки, через яку відсмоктується повітря,  
 $K = K_2 / K_1$ .

Отже, частота пульсацій і співвідношення між тактами залежать від головних розмірів мембрани та клапанів пульсатора доїльного апарата.

### 23.8.3. Визначення витрати повітря при доїнні

При машинному доїнні корів повітря витрачається доїльними апаратами і системою вакуум-проводу. Методика розрахунку витрати повітря елементарними пневмосистемами доїльних установок наведена у роботах С.В. Мельникова, А.І. Завражного. При наближених розрахунках потрібну витрату повітря, м<sup>3</sup>/с, вакуумною системою можна визначити за формулою

$$Q = 1,35n_{ДА} \cdot v_{ДА}(1 + K_{П}), \quad (23.14)$$

де 1,35 – коефіцієнт, який враховує недосконалість конструкції пульсатора і колектора, що виявляється у витіканні повітря при переміщенні клапанів;

$v_{ДА}$  – початковий об'єм повітря, що знаходиться в камерах і трубках одного доїльного апарата при атмосферному тиску, м<sup>3</sup>;

$K_{П}$  – коефіцієнт, який враховує протікання повітря із вакуумної системи доїльної установки через недостатню її герметичність, тобто коефіцієнт запасу подачі повітряного насоса,  $K_{П}=2...3$  (на основі експериментальних даних В.Ф. Корольова).

#### 23.8.4. Розрахунок продуктивності вакуум-насоса

Для забезпечення нормальної роботи доїльної апаратури необхідне створення вакууму певної величини. Кількість повітря, яке відсмоктується з вакуумної системи трубопроводів, визначають із таких міркувань: об'єм трубок і змінного вакууму одного доїльного апарата позначають  $v_1$  при нормальному атмосферному тиску повітря  $P_1$ ; при створенні вакууму проходить збільшення об'єму до величини  $v_2$  і зменшення тиску до величини  $P_2$ . Оскільки це ізометричний процес, то можна записати, що

$$P_1 \cdot v_1 = P_2 \cdot v_2 = const. \quad (23.15)$$

Приріст об'єму при роздаванні вакууму  $v_2 - v_1$ , який має тиск  $P_2$ , доцільно звести до приведенного об'єму  $v_{ПР}$  при нормальному атмосферному тиску  $P_1$ . Приведений об'єм можна визначити за формулою

$$v_{ПР} = (v_2 - v_1) \cdot P_2 / P_1, \quad (23.16)$$

де  $v_{ПР}$  – кількість повітря, що відсмоктується, для забезпечення однієї пульсації доїльного апарата, м<sup>3</sup>.

Тиск  $P_2$  можна виразити різницею  $P_1 - h$ , де  $h$  – номінальний вакуум у системі, тоді приведенний об'єм можна визначити за формулою

$$v_{ПР} = v_1 \cdot h / P_1. \quad (23.17)$$

**Продуктивність вакуум-насоса** доїльної системи визначають за формулою

$$Q_{ВН} = v_{ПР} \cdot n_{ДА} \cdot Z_{ДА} \cdot \varepsilon \cdot 60, \quad (23.18)$$

де  $\varepsilon$  – коефіцієнт герметичності системи.



## **Лекція 24**

### **МАШИНИ ТА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ПЕРВИННОЇ ОБРОБКИ ТА ПЕРЕРОБКИ МОЛОКА**

- 24.1. Склад молока та вимоги до його обробки.**
- 24.2. Технологія первинної обробки молока й вимоги до технологічного обладнання.**
- 24.3. Обладнання для очищення молока.**
- 24.4. Обладнання для охолодження молока.**

### 24.1. Склад молока та вимоги до його обробки

**Молоко** є найповноціннішим харчовим продуктом (1літр≈600ккал), оскільки містить легкозасвоюваний молочний жир, білок, вуглеводи (молочний цукор), амінокислоти, вітаміни і велику кількість інших, розчинених у ньому різноманітних хімічних елементів.

**Склад молока** у відсотках: *вода* – 87,5 (86,0...89,0); *молочний цукор* – 4,7 (4,5...5,0); *молочний жир* – 3,8 (3...5); *молочні білки* – 3,3 (2,7...3,7); *мінеральні речовини* – 0,7 (0,6...0,8).

Елементи, які входять до складу молока, перебувають у різних ступенях дисперсності. Жир – у завислому стані у вигляді найдрібніших жирових кульок, що плавають у водяній частині молока, молочний цукор та частина мінеральних солей, розчинені у водяній частині молока, а білки та інша частина солей перебувають у колоїдному стані.

У свіжовидоєному молоці молочний жир є у вигляді емульсії, а в охолодженому стані – суспензії з діаметром жирових кульок від 1,0 до 10 мікрон. Перебуваючи в підвішеному стані в молочній плазмі, жирові кульки не можуть з'єднатися між собою, оскільки кожна з них обмежена шаром білкової емульсії.

Молочний жир містить понад 30 жирних кислот, які беруть участь в обміні речовин, а деякі підвищують опірність організму інфекціям. Він може бути у рідкому або твердому стані. Температура плавлення молочного жиру +27...34°C, температура застигання +18...22°C.

Молочні білки містять всі життєво важливі для людського організму амінокислоти, що необхідні для відновлення клітин організму. Склад молочного білка: *казеїн* (80%), *альбумін* (15%) і *глобулін* (5%). Казеїн надає молоку білого кольору, з нього готують сир, для визначення вмісту його виділяють з молока слабким розчином будь-якої кислоти. Альбумін і глобулін виділяють нагріванням. Глобулін вважають відповідальним за бактерицидні властивості молока, він містить імунні тіла. Альбумін має багато сірки, при нагріванні до +70°C випадає в осад.

Молочний цукор входить до складу ферментів, вітамінів, необхідних для роботи серця, печінки, нирок.

Усі необхідні людському організму мінеральні солі натрію, фосфору, магнію, заліза перебувають у молоці у легкозасвоюваній формі. У свіжовидоєному молоці є всі необхідні вітаміни: А, В1, В2, В3, В12, ВС, D, Е, К, Н, РР, С та ін.

У молоці завжди є **мікрофлора**, характерна для нього, яка не знижує якості, але за умов інтенсивного розвитку продукти її життєдіяльності змінюють властивості молока, наприклад, підвищується його кислотність. Ця **мікрофлора** може інтенсивно розвиватися, роблячи молоко непридатним для споживання через негативний вплив на здоров'я людей і тварин.

Температура свіжовидоєного молока  $+36...37^{\circ}\text{C}$ . У ньому є **імунні тіла** та **бактерицидні речовини**, які певний проміжок часу сповільнюють процеси розвитку мікрофлори. Цей час називають **бактерицидним періодом (бактерицидною фазою)**. Залежно від умов він може тривати від двох до тридцяти шести годин. **Найважливішими чинниками**, що впливають на тривалість бактерицидного періоду, є **температура молока і кількість мікрофлори**, яка потрапила в нього під час виконання операцій доїння, транспортування і тимчасового зберігання.

Основними джерелами забруднення молока під **час машинного доїння** є забруднене вим'я тварини, неякісно промиті доїльні апарати і молокопроводи, забруднене повітря, що потрапляє в молокопровідні шляхи доїльної установки.

Молоко є сприятливим середовищем для життя та розвитку багатьох видів мікроорганізмів. Їх умовно поділяють на такі категорії:

– **корисні** в молочній справі, які дають бажані якості молочним продуктам;

– **шкідливі** в молочній справі, які спричиняють псування молока та молочних продуктів;

– **хвороботворні**, котрі якщо і не змінюють властивостей молока, то наявність їх робить молоко небезпечним для здоров'я людей і тварин.

Під впливом життєдіяльності мікроорганізмів проходять зміни хімічного складу молока та його продуктів. Головні процеси при цьому – це різного роду бродіння.

Отже, процеси, що протікають у молоці, незворотно змінюють його якість. Первинну обробку молока потрібно проводити з мінімальним розривом у часі після доїння, щоб забезпечити **продовження бактерицидного періоду**.

Розвиток мікроорганізмів у молоці може бути припинено такими шляхами:

- суворим дотриманням гігієни при доїнні;
- негайною фільтрацією молока після доїння;
- швидким видаленням молока із корівника у молочний відділ;
- глибоким охолодженням його до  $+4...5^{\circ}\text{C}$ ;
- зберіганням молока у молочному відділі до здавання або переробки з підтриманням температури  $+5...10^{\circ}\text{C}$ .

Вартість молока значно залежить від його якості, яка оцінюється вмістом молочного жиру та білка, кислотністю, механічною і бактеріальною забрудненістю й температурою. При зниженні температури молока до  $+4...5^{\circ}\text{C}$  життєдіяльність мікрофлори майже припиняється, що створює сприятливі умови для його тривалого зберігання без суттєвого зниження якості.

Основний показник дотримання гігієнічних вимог при доїнні корів і зберіганні молока – **рівень його кислотності**. Кількісне оцінювання рівня кислотності здійснюють методом титрування, в результаті чого визначають, яку кількість децимолярного розчину лугу (KOH або  $\text{CaOH}$ ) треба додати до 100мл молока, щоб отримати нейтральну реакцію, виявлену за зміною забарвлення фенолфталеїну. Кількість затраченого нейтралізуючого розчину, виражена в мілілітрах, відповідає рівню кислотності, вираженому в **градусах Тернера ( $^{\circ}\text{T}$ )**, який для свіжовидоєного молока становить 16...18 $^{\circ}\text{T}$  – I сорт; 18...20 $^{\circ}\text{T}$  – II сорт; інше – не сортове.

**Рівень забруднення** молока механічними домішками визначають фільтруванням молока через фільтри з фільтрувального паперу з наступним підрахунком кількості включень, що припадає на одиницю площі фільтра, визначену за допомогою мікроскопа.

**Жирність молока** визначають методом центрифугування його розчину з сірчаною кислотою. Рівень жирності встановлюють візуально за шкалою пробірки-жироміра.

## **24.2. Технологія первинної обробки молока й вимоги до технологічного обладнання**

Молоко є продуктом, що швидко псується. Зберігання його з моменту отримання до надходження споживачеві потребує обов'язкової обробки.

**Технологія первинної обробки й переробки** молока включає такі операції: *очищення, охолодження, пастеризацію, сепарацію, гомогенізацію, нормалізацію, тимчасове зберігання*. Перелік і послідовність операцій визначають, виходячи з конкретних умов виробництва і поставленої мети.

**Обов'язкові технологічні операції обробки молока:** *фільтрація, охолодження, пастеризація*. Вони забезпечують покращення якостей молока, підвищують стійкість при зберіганні, не змінюють властивостей та якості молока.

На технологічні процеси обробки молока впливають його **фізичні властивості**: *густина, в'язкість, точка кипіння, точка замерзання*.

**Густина цільного молока** при температурі +20 $^{\circ}\text{C}$  складає у середньому 1,03г/см<sup>3</sup> і, залежно від складу молока, коливається в межах від 1,028 до 1,034. **Густина молочного жиру** дорівнює в середньому 0,93/см<sup>3</sup>. **Титрована кислотність** 17,5 $^{\circ}\text{T}$ , **в'язкість** 0,18 Па с.

**Точка кипіння молока** дещо вища, ніж води, і в середньому дорівнює +100,2 $^{\circ}\text{C}$ . **Точка замерзання молока** нижча, ніж води і коливається в межах -0,55...-0,57 $^{\circ}\text{C}$ .

Свіжовидоєне молоко має одночасно кислу і лужну реакцію. Кислотність залежить від вмісту в ньому солей, білків, різних кислот.

**Густина молока** – це відношення маси молока при  $+20^{\circ}\text{C}$  до маси такого ж об'єму води при температурі  $+4^{\circ}\text{C}$ . Густина молока залежить від умісту в ньому сухих речовин (жиру, цукру, білків).

**В'язкість молока** – це внутрішнє тертя його шарів, зумовлене силами зчеплення між молекулами. В'язкість молока вища, ніж в'язкість води і залежить від вмісту білків (особливо казеїну) і солей. Зі зниженням температури і підвищенням вмістом жиру в'язкість зростає.

Під дією високих температур порушується сольовий склад молока. Розчинні солі переходять у нерозчинні й випадають в осад, білок згортається і все це перетворюється на молочний камінь (прилипає до поверхні обладнання, у якому відбувається пастеризація).

Для здійснення механізованої обробки та переробки молока у господарствах використовують спеціальні машини й обладнання, які називають «**молочні машини**». Головними з них є: **охолоджувачі, пастеризатори, сепаратори, машини для виготовлення масла**.

Первинну обробку молока проводять для зберігання його санітарно-гігієнічних, харчових і технологічних властивостей. Оптимальним варіантом обробки є такий, що відбувається послідовно з доїнням і протягом усього часу доїння. Операції первинної обробки молока – це очищення й теплова обробка, тобто охолодження та пастеризація.

**Очищення** – це звільнення молока від механічних домішок: мінеральних часток пилу, часток корму, підстилки, гною, часток біологічного походження (лейкоцитів, епітеліальних клітин), що не тільки забруднюють його, але й створюють сприятливі умови для розвитку мікроорганізмів і захисту їх від впливу температур при тепловій обробці продукту. Очищають молоко **фільтрацією і центрифугуванням**.

**Фільтрацію** проводять безпосередньо на доїльних установках, використовуючи уніфікований фільтр типу АДН, який встановлюють у лінії молокопроводу. Фільтрація не забезпечує повного очищення, тому що при проходженні молока через фільтр на ньому залишаються в основному великі (понад 60мкм) частки механічних забруднень.

**Центрифугування** здійснюють на відцентрових молокоочисниках.

При очищенні молока в такий спосіб з нього виділяються не тільки механічні забруднення, але й частина мікроорганізмів.

**Охолодження** – найбільш економічний і поширений спосіб збереження бактерицидної фази молока, а, отже, і його первісних властивостей. Молоко, охолоджене відразу ж після видоювання до  $+4...5^{\circ}\text{C}$ , яке знаходиться при цій температурі, зберігає свої первісні властивості протягом 1,5...2дб.

**Пастеризація** – обробка молока для знищення хвороботворних мікробів, зниження загальної кількості мікроорганізмів у ньому та руйнування ферментів сирого молока. Разом із тим пастеризація не повинна спричиняти глибоких змін складових молока (білків, вітамінів тощо).

### **Вимоги до технологічного обладнання для обробки молока**

Машини для обробки молока виготовляють з кислотостійких матеріалів, дозволених до застосування органами Міністерства охорони здоров'я України. Хімічний вплив молока і молочних продуктів на багато металів може призвести до потрапляння у молокопродукти їх солей, що може викликати отруєння людей, а також вихід з ладу обладнання.

Для зручності використання, а також для якісного миття й дезінфекції машин і обладнання їх конструкція повинна забезпечувати можливість швидкого розбирання і збирання складальних одиниць, що стикаються з молоком. Внутрішні поверхні обладнання не повинні мати гострих кутів, заусениць, незачищених зварних швів, напливів тощо.

Для дотримання прийнятого режиму обробки молока машини та обладнання оснащують приладами автоматики, що забезпечують надійний контроль і регулювання заданого технологічного процесу відповідно до зоотехнічних вимог.

Залежно від прийнятої технології доїння та обробки молока перед відправкою на молочний завод його деякий час зберігають на фермах. Використовують для цього фляги, резервуари для молока і молочних продуктів, резервуари-охолоджувачі, вакуумні молочні цистерни. Транспортування молока здійснюють різними засобами залежно від умов розташування ферм і молокопереробних заводів. Класифікація таких засобів наведена на рис. 24.1.



Рисунок 24.1. Класифікація засобів для транспортування молока

### 24.3. Обладнання для очищення молока

У процесі доїння в молоко потрапляють частки пилу, корму та ін., що містять дуже багато мікроорганізмів.

Для очищення молока на фермах застосовують **фільтри** (плоскі, циліндричні, конічні, дискові) та **відцентрові очисники**.

Видалення з молока сторонніх домішок за допомогою фільтрації чи очищення на відцентровому очиснику молока виключає можливість розчинення цих домішок у молоці, що сприяє зниженню вмісту в ньому бактеріальних клітин. Повного видалення з молока бактеріальних клітин, особливо малих розмірів, поки що не досягнуто. Однак на спеціальних центрифугах (при частоті обертання барабана  $230\ldots 270\text{с}^{-1}$ ) з безупинним вивантаженням осаду у вигляді рідкого концентрату можна виділити до 98% бактерій.

На якість очищення молока впливають температура молока, тривалість безупинної роботи засобів очищення тощо.

У сучасних технологічних лініях обробки молока на фермах очищення проводять у діапазоні температур  $+35\ldots 60^{\circ}\text{C}$ , завдяки чому досягається найбільший ефект.

При підвищенні температури молока до  $+80\ldots 85^{\circ}\text{C}$  збільшується видалення забруднень, однак частина механічних домішок розчиняється або роздрібнюється в молоці, що ускладнює їх відокремлення.

Безупинна робота відцентрових очисників забезпечує високу якість очищення молока. Такі очисники мають визначений об'єм грязьового простору, після заповнення якого якість очищення молока різко погіршується внаслідок вимивання молоком механічних часток, збагачених мікроорганізмами. Тому в технологічних лініях застосовують два очисники, що забезпечує почергове їх включення й очищення без зупинки обладнання всієї технологічної лінії.

На підприємствах молочної промисловості застосовують відцентрові очисники з безупинним вивантаженням осаду, однак вони складні конструктивно і мають високу вартість, щоб застосовувати їх на фермах.

Найпоширеніший спосіб очищення молока на фермах – **фільтрування**. Є багато різновидів фільтрів, у яких як робочі інструменти використовують *ватяні диски, марлю, фланель, папір, металеву сітку, синтетичні матеріали* тощо.

*Ватяні диски* з гладкою чи «вафельною» поверхнею добре очищають молоко і не потребують спеціального обслуговування. Після застосування їх замінюють новими, а використані знищують. Повільна фільтрація молока через такі фільтри вимагає великої фільтрувальної камери. *Марлеві фільтри* швидко зношуються, забруднюються і не забезпечують високого ступеня чистоти отриманого молока.

**Фільтри з тканих і нетканих синтетичних матеріалів** (поліпропілену, лавсану тощо) зручніші у застосуванні. Фільтруючий елемент складається з металевого каркаса-сітки, на який закладають фільтрувальний матеріал. Фільтри легко розбираються для промивання або заміни фільтрувального елемента. Неткані фільтри одноразового використання порівняно з фільтрами з лавсанової тканини дозволяють отримати молоко з меншим механічним забрудненням.

**Цідилки** застосовують для фільтрації молока, що надходить порціями, і дозволяють згладити потік молока, що фільтрується. Цідилка складається з чашеподібного корпусу, двох конічних ґрат, фільтруючого елемента, грязьового жолоба і розпірного кільця. Конусоподібна форма ґрат збільшує фільтруючу поверхню і сприяє кращому відокремленню забруднень. Нерозчинені забруднення сповзають по стінках ґрат у жолобок, звідки видаляються при промиванні чи заміні фільтра.

**Циліндричний фільтр** (рис. 24.2) застосовують для фільтрації молока у потоці на доїльних установках. Це – циліндричний елемент, виготовлений з нержавіючої сталі. Працює фільтр так. Молоко, що тече молокопроводом, потрапляє у корпус фільтра, просочується через фільтруючий матеріал, на якому осідають механічні частинки, і надходить в охолоджувач. Перед циркуляційним промиванням фільтруючий елемент видаляють з корпусу фільтра.

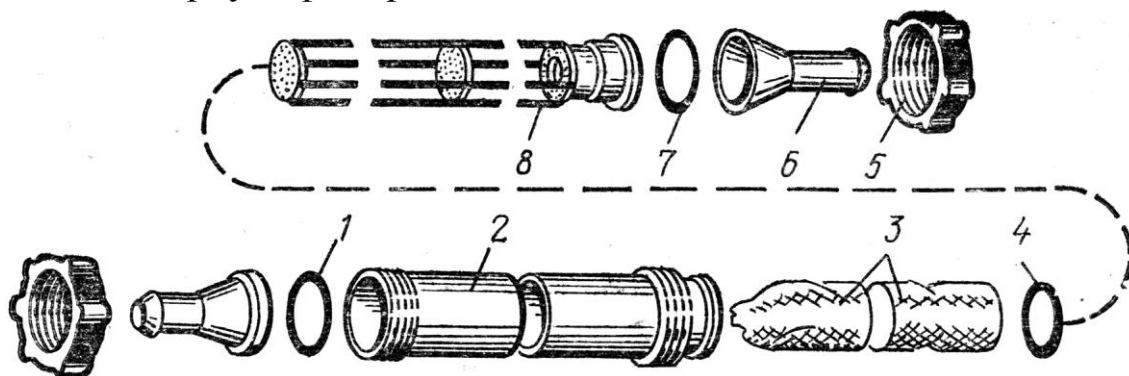


Рисунок 24.2. Циліндричний фільтр для очищення молока:

1, 7 – ущільнювальні прокладки; 2 – корпус; 3 – фільтруючий елемент; 4 – кільце; 5 – гайка; 6 – перехідник; 8 – каркас

Для фільтрації молока у високопродуктивних молочних лініях застосовують **конічні** та **дискові фільтри** як в одинарному, так і парному виконанні продуктивністю від 500 до 20000дм<sup>3</sup>/год.

Тривалість безрозбірної роботи конічних фільтрів приблизно 3...4год і залежить вона від забруднення молока. Після засмічення фільтрувального елемента роботу фільтра припиняють та замінюють фільтруючу тканину. Для безупинного процесу у молочній лінії встановлюють два позмінно працюючі фільтри, розташовані паралельно і з'єднані триходовим краном.



**Дискові фільтри** відрізняються від конічних та інших виконань фільтрувальною поверхнею, що може регулюватися набором дисків, які покриті фільтрувальними елементами та закріплені стопорами. Тривалість безрозбірної роботи фільтрів такої конструкції трохи нижча, ніж у конічних, для одинарного виконання складає 2...3 год.

Після фільтрування молоко очищують на відцентровому очиснику і охолоджують. Основною частиною їх є швидкообертовий барабан (рис. 24.3). Під дією відцентрової сили частинки бруду відкидаються до стінок барабана і нагромаджуються на них. Простір у барабані між стінками і тарілками називають грязьовим. Термін неперервної роботи молокоочисника 2...3 год. Однак відцентрові очисники не затримують забруднень з густиною, меншою за густину молока.

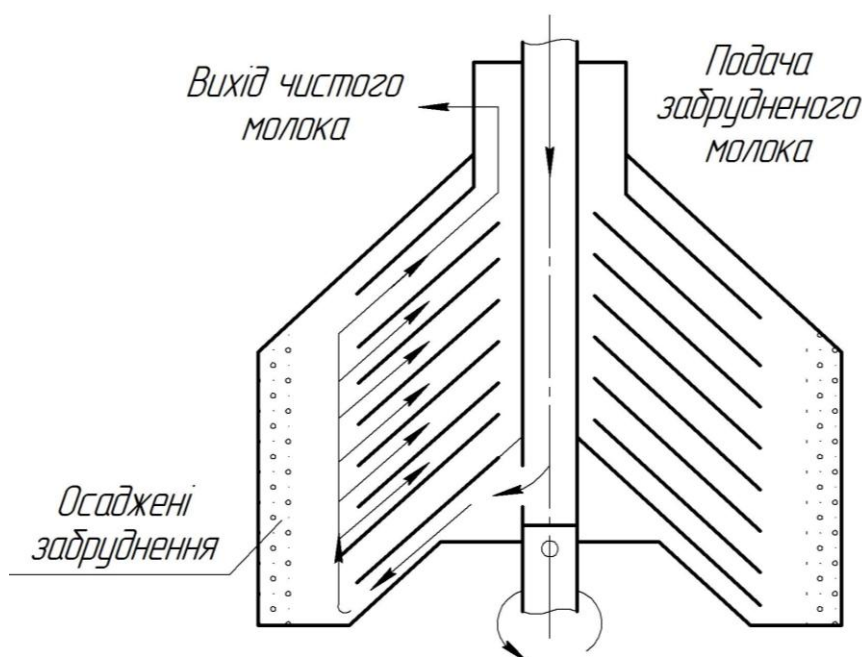


Рисунок 24.3. Технологічна схема відцентрового очисника молока

Молокоочисники комплектують разом із пластинчастими охолоджувачами. Молоко проходить через агрегат неперервним потоком закритим способом.

Схеми ліній очищення й охолодження молока зображені на рис. 24.4. Типове обладнання цих ліній – охолоджувач-очисник ОМ-1А (рис. 24.5), призначений для відцентрового очищення й охолодження молока, яке надходить потоком. Будова: відцентровий очисник, водяний охолоджувач, шланг для молока та води, приводний механізм.

Робочий процес очисника-охолоджувача. Вмикають електродвигун привода і барабан набирає необхідних обертів. Молоко в очисник подають насосом, на вихідному патрубку якого встановлено спеціальний штуцер,

що пропускає 1000л молока за годину. З приймально-відвідного пристрою молоко надходить у барабан очисника. Через центральну трубку і канал тарілотримача молоко потрапляє в простір між пакетом барабана і кришкою. Під дією відцентрової сили всі домішки виділяються з молока і відкидаються до кришки барабана, а молоко під тиском нових порцій вертикальними каналами між тарілотримачем і кришкою барабана піднімається вгору. Далі молоко проходить крізь напрямний диск і через патрубок надходить до охолоджувача. Під час проходження молока між тарілками відбувається додаткове його очищення від домішок. Домішки сповзають із тарілок і прилипають до стінки кришки барабана. У процесі роботи очищувача на кришці барабана поступово нагромаджується шар домішок, щілина між кришкою та барабаном зменшується і виділення домішок припиняється. Тому через 2,5 години роботи очищувач зупиняють, розбирають і миють.

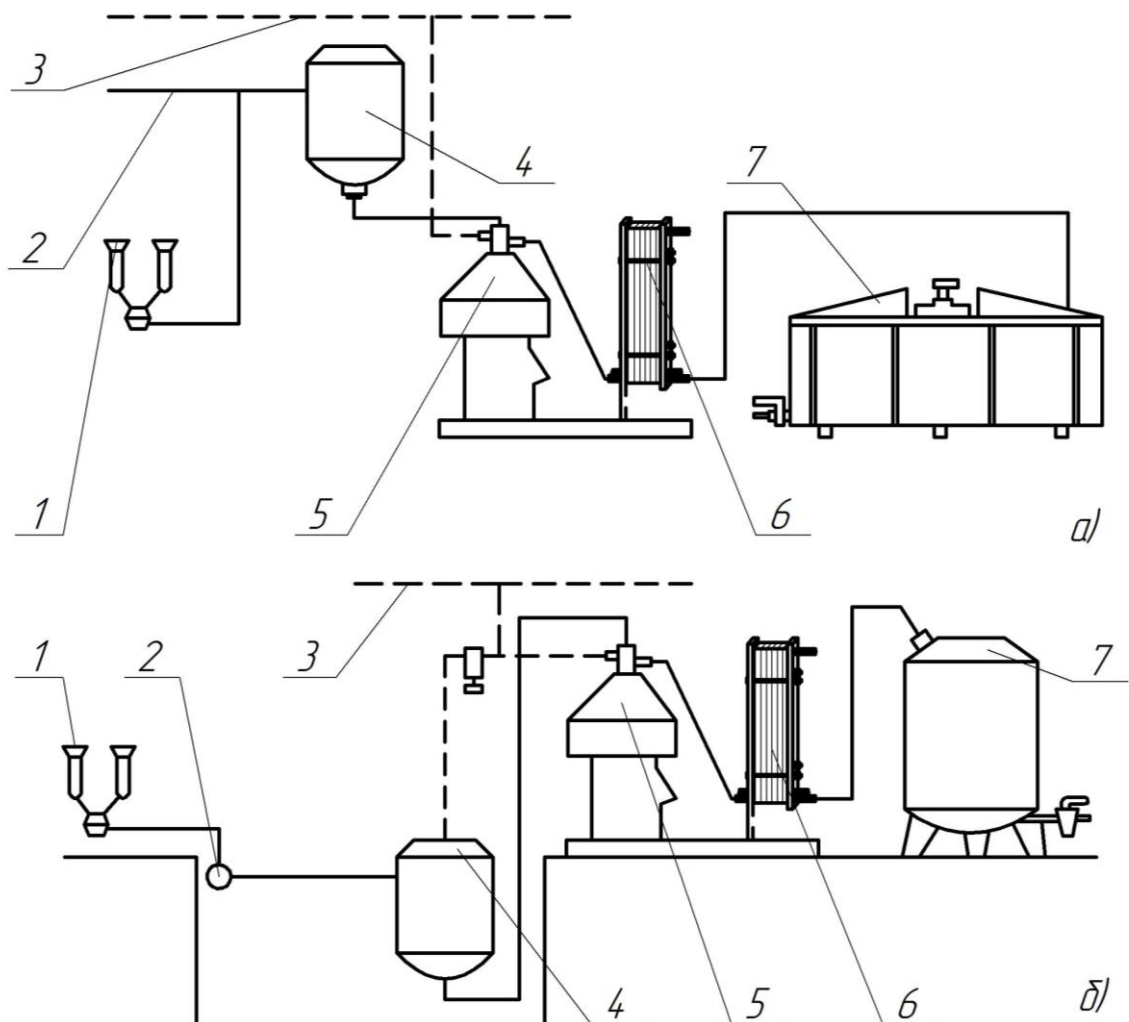


Рисунок 24.4. Схеми ліній очищення й охолодження молока для доїльних установок з верхнім (а) і нижнім (б) розташуванням молокопроводу:

1 – доїльний апарат; 2 – молокопровід; 3 – вакуум-провід; 4 – молокозбірник;  
5 – відцентровий молокоочисник; 6 – пластинчастий охолоджувач; 7 – резервуар для молока

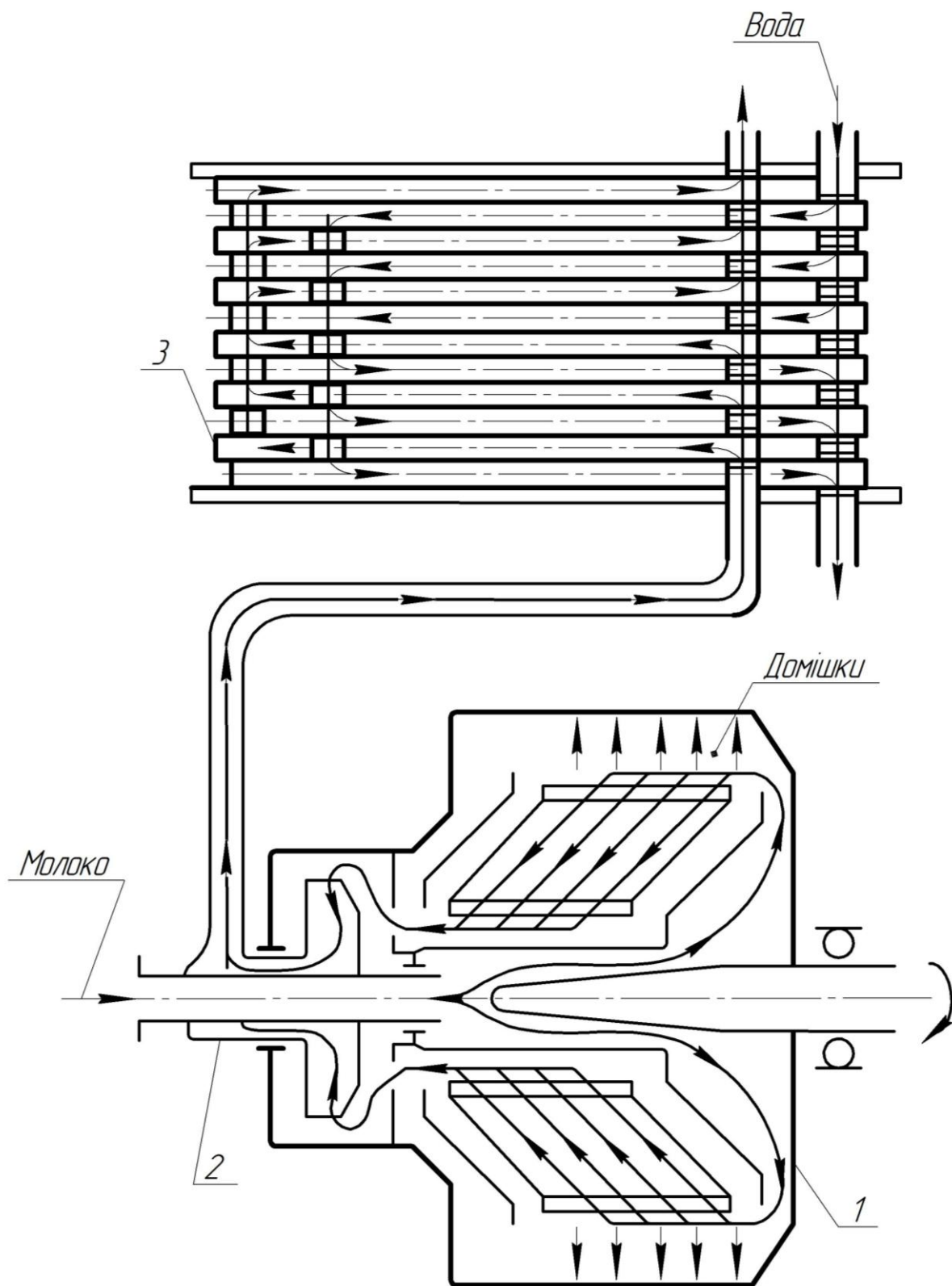


Рисунок 24.5. Технологічна схема очисника-охолоджувача ОМ-1А:  
 1 – відцентровий очисник; 2 – приймально-вивідний пристрій;  
 3 – пластинчастий охолоджувач

Очищене молоко надходить до охолоджувача. Першу половину охолоджувача (до розподільної пластини) молоко заповнює простори через один між пластинами, піднімаючись вгору. Потім крізь верхній отвір розподільної пластини молоко переходить у другу половину охолоджувача, заповнює через один простір між пластинами і опускається вниз. Охолоджене молоко виходить через патрубок.

Воду в охолоджувач подають з холодильної установки трубопроводом. Вона надходить в інші простори між пластинами (не заповнені молоком) спочатку другої половини охолоджувача, піднімаючись вгору, потім через верхній отвір розподільної пластини переходить у першу половину охолоджувача, опускається вниз і виходить з охолоджувача через патрубок. Рухаючись між пластинами вода охолоджує молоко. При цьому зустрічний рух потоків (молоко і вода) дозволяє мати нижчу температуру молока при тій же температурі води. Гофрована форма пластин збільшує площу теплообміну, викликає завихрювання потоків води та молока, що сприяє інтенсивному теплообміну. Охолоджувач промивають після кожної зміни, а очисний барабан через кожні 2,5 години роботи. Очищення молока починають з таким розрахунком, щоб закінчити його не пізніше, ніж через 10...15хв після закінчення доїння корів.

#### 24.4. Обладнання для охолодження молока

**Теплова обробка молока** включає такі технологічні прийоми: **охолодження, пастеризацію, стерилізацію**. При **охолодженні** молока сповільнюється життєдіяльність мікроорганізмів, що викликають його псування, а, отже, забезпечується стійкість молока при зберіганні. **Пастеризацію** застосовують для знищення мікроорганізмів, забезпечуючи необхідний захист споживачів від інфекцій через питне молоко. **Стерилізацію** молока використовують для знищення звичайної мікрофлори молока і термостійких бактерій, які при пастеризації не гинуть.

Теплову обробку молока проводять у спеціально обладнаному приміщенні, відокремленому від корівників, що гарантує отримання продукції високої якості.

**Охолоджувачі молока** розрізняють: **за формою робочої поверхні** – циліндричні і плоскі; **за кількістю секцій** – одно-, дво- і багатосекційні; **за видом теплообміну** – прямоприпливні і протитечієві; **за конструкцією** – циліндричні (фляжні), зрошувальні, трубкові, спіральні, резервуарні й пластинчасті. Класифікація обладнання зображена на рис. 24.6.

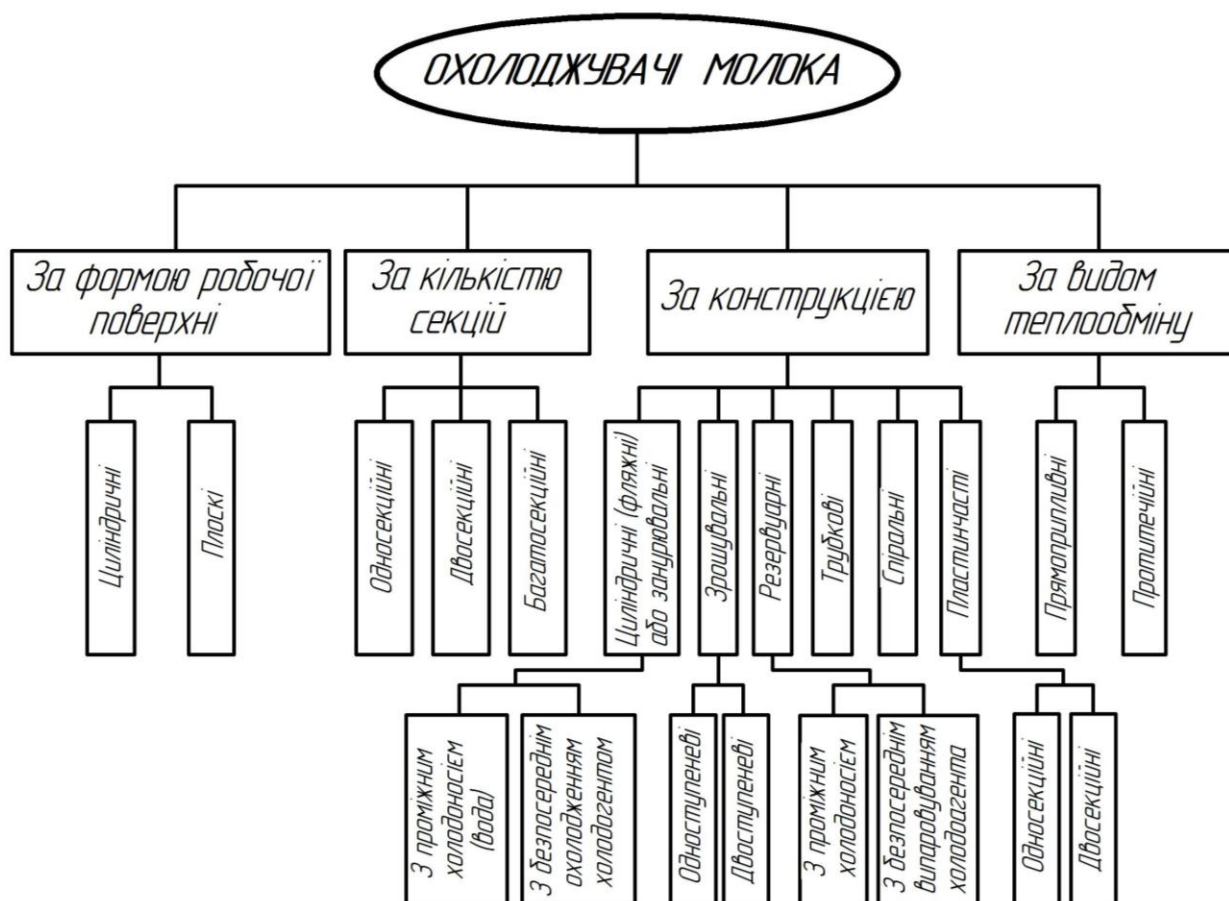


Рисунок 24.6. Класифікація обладнання для охолодження молока

Як холодильні агрегати, що відбирають через стінки тепло молока, використовують воду, охолоджену льодом, і розсіл (наприклад, розчин кухонної солі), охолоджений за допомогою холодильних установок. Охолоджувачі протитечійного типу розраховані на охолодження молока до температури, яка на  $3^{\circ}\text{C}$  перевищує початкову температуру охолоджувальної рідини. Для економії штучного холоду, щоб забезпечити глибоке охолодження молока (до  $+5...6^{\circ}\text{C}$ ) проти звичайного (до  $+11...13^{\circ}\text{C}$ ), застосовують двоступінчасте охолодження. Агентами у цьому разі є звичайна вода в першому ступені і розсіл, охолоджений на спеціальних установках, – у другому.

**Основні способи охолодження: природне і штучне.** Природне – охолодження тіл у результаті їх теплообміну з навколишнім середовищем (водою, атмосферним повітрям, ґрунтом). Навколишнє середовище при цьому повинно мати набагато нижчу температуру, ніж охолоджуване тіло.

Найпростіший природний спосіб охолодження молока на фермах – артезіанською водою. Температура її коливається від  $+2$  до  $+8^{\circ}\text{C}$ , що дозволяє при використанні ефективних теплообмінників, отримувати молоко з температурою не вище  $+10^{\circ}\text{C}$ . Недолік – велика витрата води.

Відведення теплоти від молока за допомогою льоду, який намерзає у зимовий період, також широко застосовувалося на фермах. Недолік – великі витрати праці на отримання льоду і транспортування його в приміщення молочарні.

Охолодження молока на промисловій основі можливе лише із застосування штучних джерел холоду.

**Штучним** називають охолодження тіл у результаті їхнього теплообміну з холодильними агентами, що киплять при низьких температурах (низькотемпературні холодоносії). Штучне охолодження здійснюють за допомогою холодильних установок. Вони можуть бути парокомпресорні, абсорбційні й пароежекторні. Їх виготовляють у вигляді окремої машини або вмонтованими у конструкцію молокоохолоджувальної установки. Як **холодоагенти** використовують *аміак, фреон, хладон і воду*.

Для охолодження молока використовують різноманітні теплообмінники (охолоджувачі): *трубкові, пластинчасті, циліндричні (фляжні або занурювальні), зрошувальні, спіральні, резервуарні (охолоджувальні ванни)* та інші.

Найважливіші **вимоги до молочних охолоджувачів**: конструктивні елементи, з якими контактує молоко, виготовляють з матеріалів, що допускаються до контакту з харчовими продуктами; теплообмінні елементи – з матеріалів з високою теплопровідністю і корозійною стійкістю; конструкція охолоджувача має забезпечувати зручність обслуговування і можливість промивання циркуляційним та механічним способами.

Найпоширеніші метали для виготовлення теплообмінних пластин і деталей, що стикаються з молоком – нержавіюча сталь (нікельована) і титан.

Найпростіший спосіб охолодження молока на фермах – занурення фляг із молоком у резервуари з холодною водою. Однак цей спосіб ефективний лише у випадках, коли охолоджена вода протягом усього циклу зберігає відносно низьку температуру, а молоко у флягах при охолодженні перемішується. Для підтримання низької температури води в резервуарі додають лід або використовують холодильні машини.

У деяких конструкціях охолоджувачів молока у флягах застосовують зрошувальні кільця у вигляді перфорованого шланга, який з'єднується з магістраллю водопровідної або крижаної води (з температурою +1...2°C). У такому випадку фляги розміщують у лотках, де охолоджена вода збирається і через патрубок подається у систему охолодження холодильної установки, охолоджується і знову надходить на зрошення.

За допомогою занурювальних **фляжних охолоджувачів** молоко охолоджується як проміжним холодоносієм (водою), так і холодоагентом (хладоном-12, хладоном-22). Недолік – трудомісткий і дорогий процес.



**Зрошувальні охолоджувачі** (рис. 24.7) характеризуються безперервністю технологічного процесу. Охолодження досягається застосуванням холодоносіїв (вода, розсіл) і холодоагентів. Конструктивно їх виконують плоскими і круглими (циліндричні, конічні).

*Круглі* застосовують у потокових лініях доїння з транспортуванням молока з допомогою вакууму. *Плоскі* є одно- і двоступеневі. В одноступеневих молоко охолоджують водопровідною або льодяною водою. У двоступеневих – верхня ступінь охолоджується водою, нижня від холодильної установки – холодоагентом. Недоліки: процес охолодження відбувається у відкритому потоці, громіздкі й не піддаються циркуляційному промиванню.

**Спіральні охолоджувачі** (рис. 24.8) порівняно із занурювальними, зрошувальними, трубчастими та іншими мають такі переваги: є повністю протитечійними; мають малий гідравлічний опір; компактні; постійний поперечний перетин каналу на всій довжині. У лінії охолодження молока їх використовують на першому ступені охолодження.

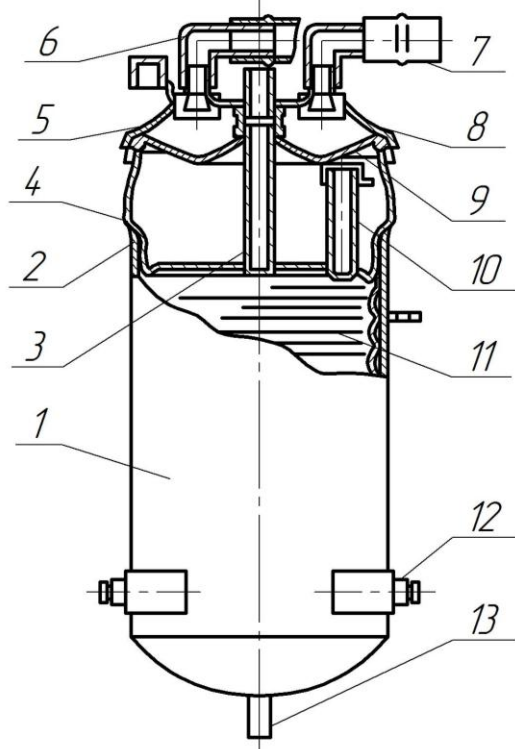


Рисунок 24.7. Вакуумний зрошувальний охолоджувач:

1 – корпус; 2, 5 – прокладки; 3 – патрубок під'єднання до вакуумної магістралі; 4 – молокоприймач; 6, 7 – патрубки підведення молока; 8 – кришка; 9 – фільтр; 10 – патрубок переливання молока; 11 – гофрована теплообмінна пластина; 12 – підвіска; 13 – патрубок відведення охолодженого молока

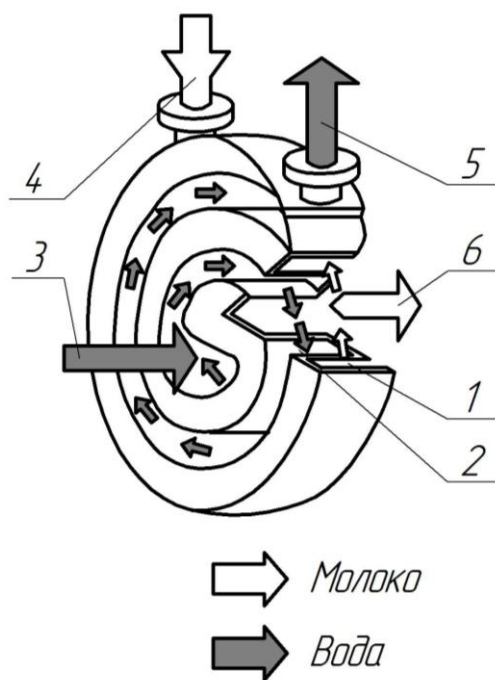


Рисунок 24.8. Схема руху теплообмінних середовищ у спіральному охолоджувачі:

1 – канал руху молока; 2 – канал руху холодоносія; 3 – штуцер введення холодоносія; 4 – штуцер введення молока; 5 – штуцер виведення холодоносія; 6 – штуцер виведення молока

**Резервуари-охолоджувачі** (рис. 24.9) призначені для збирання, охолодження і зберігання молока. Це – прогресивне і широко застосовуване обладнання для охолодження і зберігання молока. Випускають його у відкритому й герметичному (вакуумному виконанні).

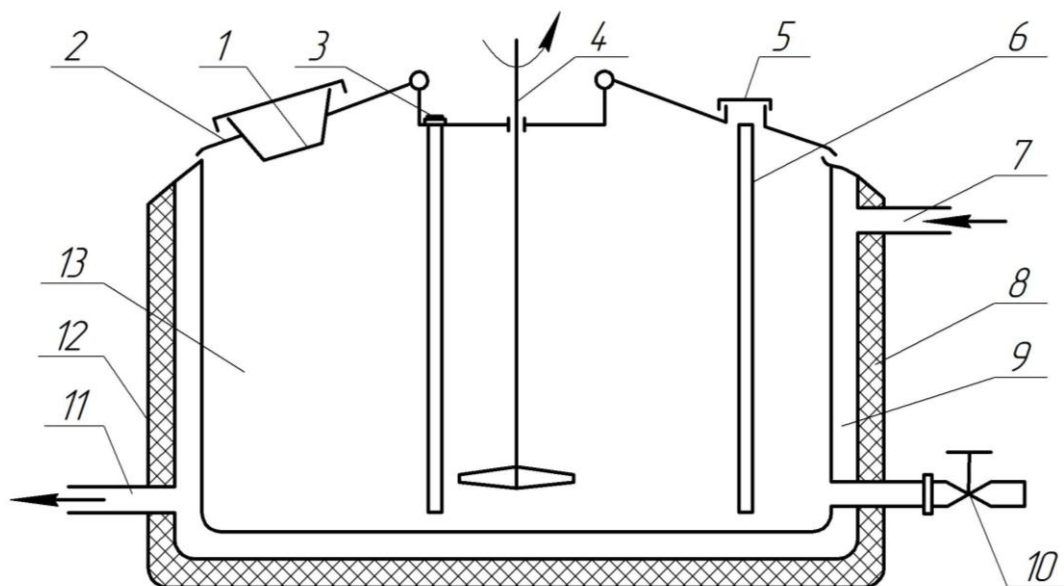


Рисунок 24.9. Структурна схема танка-охолоджувача ТО-2А:

1 – заливна горловина; 2 – кришка; 3 – термоконтактний датчик; 4 – мішалка;  
5 – кришка мірної лінійки; 6 – мірна лінійка; 7 – патрубок подавання холодоносія;  
8 – теплоізоляція; 9 – водяна сорочка; 10 – молочний кран; 11 – патрубок  
відведення холодоносія; 12 – кожух; 13 – молочна цистерна

Охолодження молока у резервуарах-охолоджувачах (або охолоджувальних ваннах чи танках) здійснюють **двома способами**: безпосередньо киплячим холодоагентом; через проміжний холодоносіє, тобто воду від холодильної установки. У першому випадку холодоагент холодильної машини забирає тепло безпосередньо від молока, у другому – від води, перетворюючи її на лід. За енергетичними показниками перший спосіб простіший.

**Резервуари з безпосереднім охолодженням молока** виготовляють з **вбудованим випарником**, а також із **занурювальним**. Перші можуть мати холодильний агрегат вбудований (об'єм до 1000дм<sup>3</sup>) або автономний. У такому випадку в приміщенні встановлюють додаткове вентиляційне обладнання або регулятори тепла. Випарники можуть бути трубчасті, щільні й панельні.

Резервуари-охолоджувачі з проміжним холодоносієм мають змішувальну, зрошувальну або занурювальну систему охолодження.

**Резервуари-охолоджувачі** називають **танками-охолоджувачами**, маркування ТО-2А (див. рис. 24.9), ТОМ-2.



Танк-охолоджувач ТОМ-2А складається з кришки із заливною горловиною, корпусу із зовнішнім кожухом, молочної цистерни, мішалки з електроприводом, молочного крана. Молочна цистерна танка омивається холодною водою або іншим холодоагентом, що подається в сорочку танка патрубком. Після цього вода відводиться з танка через патрубок. Танк обладнаний мірною лійкою та термоконтактним датчиком температури молока. Теплоізоляційний шар зменшує теплообмін із навколишнім середовищем і сприяє збереженню заданої температури молока всередині цистерни.

На невеликих фермах можна використовувати пересувні резервуари-охолоджувачі.

Обов'язковий технологічний процес при охолодженні молока у резервуарах-охолоджувачах (теплообмінниках) – **перемішування**.

**Пластинчасті охолоджувачі** (рис. 24.10а) використовують для охолодження молока у закритому потоці. Експлуатація цих теплообмінників безупинної дії особливо зручна за наявності циркуляційної системи промивання молочної лінії, що дозволяє обходитися без щоденного розбирання і чищення апарата.

Пластинчасті теплообмінні апарати, порівняно із резервуарними, заглибними, зрошувальними, спіральними та ін. мають такі **переваги**:

- висока ефективність охолодження;
- компактність, тобто малий робочий об'єм апарата, що сприяє швидкій реакції приладів автоматики на зміни умов процесу охолодження і, отже, забезпечує швидке й точне керування ним (у пластинчастого теплообмінника з площею  $1\text{ м}^2$  робочий обсяг для кожного із середовищ складає близько  $1,7\text{ дм}^3$ , що у 3 рази менше, ніж у трубчастого теплообмінника тієї ж продуктивності);
- здатність працювати з достатньою ефективністю при мінімальному температурному напорі;
- мінімальні теплопритоки і втрати холоду (теплова ізоляція не потрібна);
- технологічність конструкції основних робочих частин апарата, що створює умови для масового виготовлення при мінімальних витратах матеріалів (питома витрата кислотостійкої нержавіючої сталі на  $1\text{ м}^2$  теплообмінної поверхні складає  $12...15\text{ кг}$ );
- мала площа для встановлення (пластинчастий теплообмінник займає приблизно в 5 разів меншу поверхню підлоги, ніж трубчастий аналогічної продуктивності);
- високий ступінь компактності робочої поверхні теплообмінника (робочий об'єм може займати до  $200\text{ м}^2$  теплообмінної поверхні);
- можливість оперувати різноманітними компоновками теплообмінних пластин, що дозволяє в кожному конкретному випадку підібрати найбільш оптимальне їх поєднання, що відповідає умовам технологічного процесу;

- легкість та швидкість монтажу, розбирання і складання, доступність робочих поверхонь для огляду й чищення, що особливо вигідно для виробництва, де потрібне багаторазове чищення поверхні теплообміну;
- можливість безрозбірного миття апарата;
- витрати на придбання та експлуатацію значно менші, ніж аналогічні витрати для трубчастого теплообмінника.

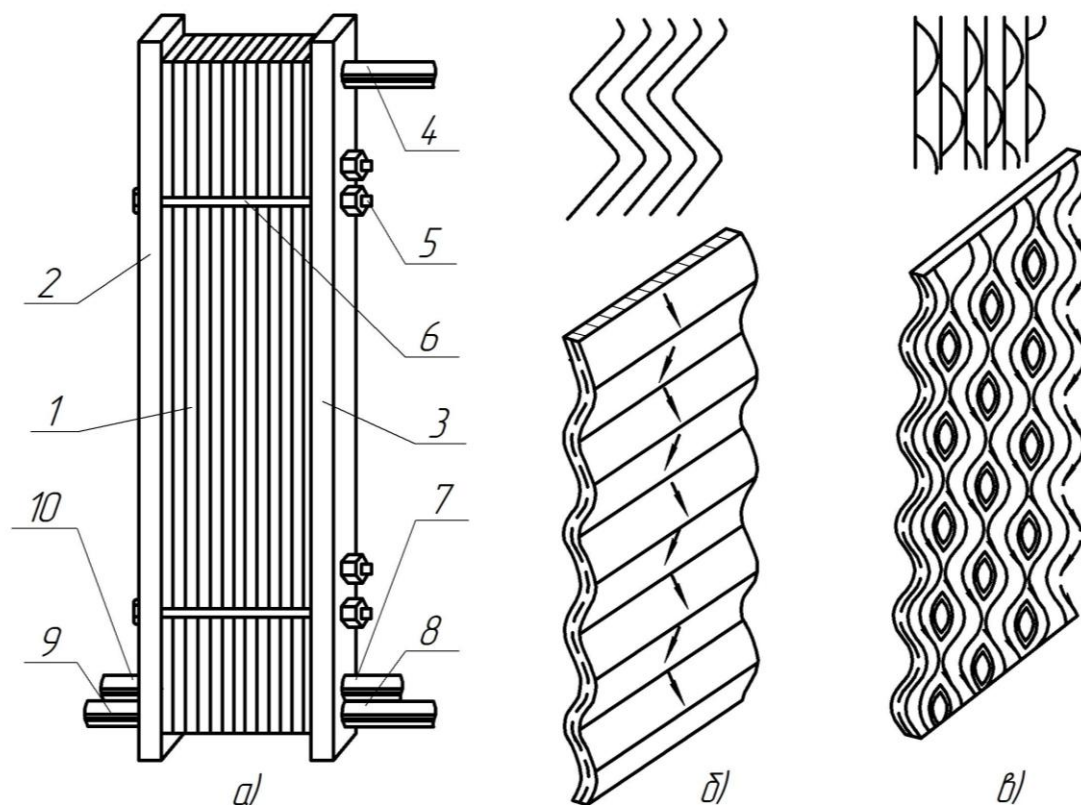


Рисунок 24.10. Пластинчастий теплообмінник (а) і схема руху потоку рідини в каналі, утвореному пластинами стрічково-потокowego (б) і сітчасто-потокowego (в) типів:

1 – комплект теплообмінних пластин; 2, 3 – плити; 4 – штанга; 5 – гайка; 6 – шпилька; 7, 10 – патрубки для підведення й відведення молока; 8, 9 – патрубки для підведення й відведення холодоносія

Визначальною особливістю пластинчастого охолоджувача є конструкція теплопередавальної стінки чи теплообмінної пластини. Форми теплообмінних пластин і профілі їхніх поверхонь дуже різноманітні.

Для апаратів молочної промисловості та сільського господарства випускають теплообмінні апарати з пластинами **стрічково-потокowego** (рис. 24.10б) та **сітчасто-потокowego** (рис. 24.10в) типів, тобто теплообмін між молоком і водою відбувається через тонку гофровану металеву стінку (рис. 24.11). Перший тип характеризується тим, що

створюється потік рідини між пластинами, які за формою подібні до хвилястої гофрованої стрічки. При використанні пластин другого типу відбувається розгалуження потоку рідини на струмені, що сходяться і розходяться. Це викликано огинанням потоками опорних точок, утворених взаємним перетинанням похилих гофр, розташованих сіткоподібно по ширині каналу. Пластини сітчасто-потокowego типу мають вищі теплотехнічні показники.

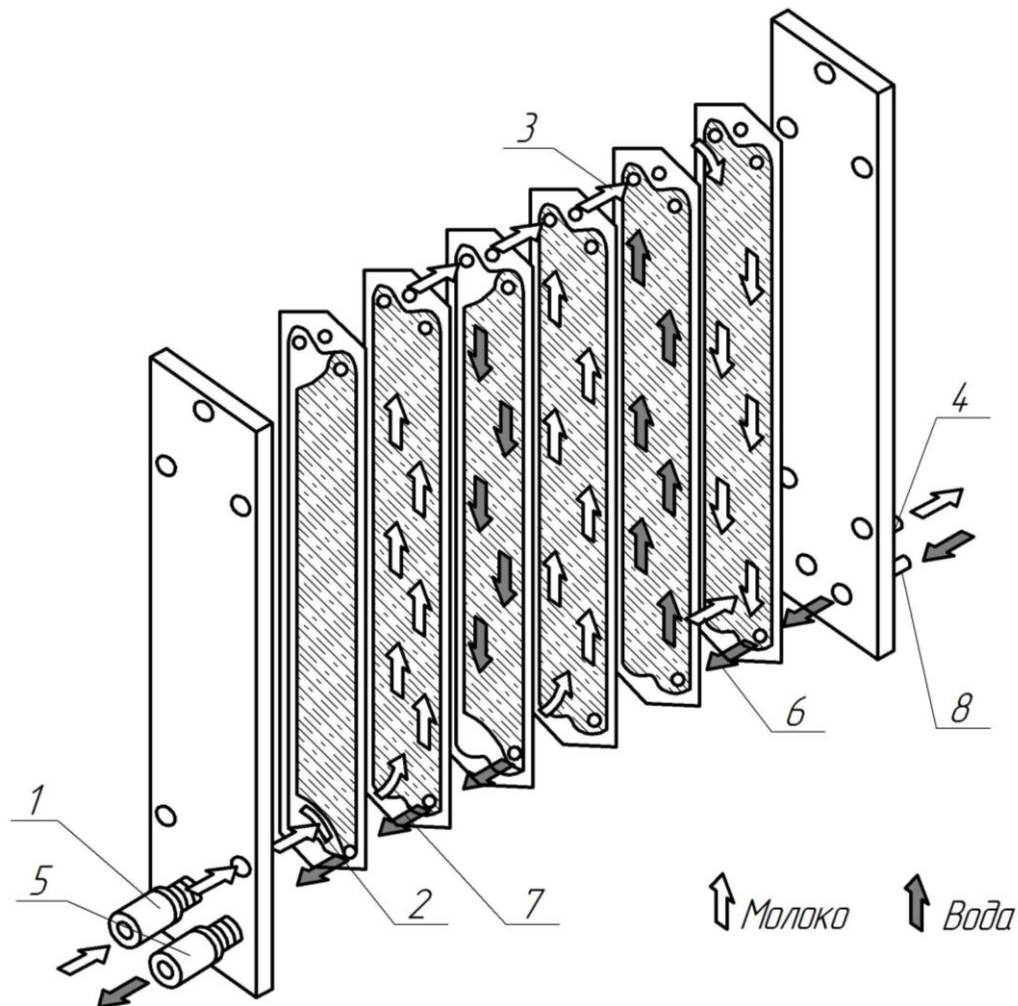


Рисунок 24.11. Схема руху теплообмінних середовищ у пластинчастому охолоджувачі:

1, 4 – патрубки для підведення і відведення молока; 2, 3 – нижній і верхній поздовжній канали руху молока; 5, 8 – патрубки для підведення і відведення холодоносія; 6, 7 – нижні поздовжні канали руху холодоносія

Після вивантаження молока всі охолоджувачі промивають. Послідовність операцій промивання: ополіскування холодною водою; циркуляція гарячого миючого розчину, ополіскування холодною водою; циркуляція розчину хлориду натрію або калію, ополіскування холодною водою.

## **Лекція 25**

### **МАШИНИ ТА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ПЕРВИННОЇ ОБРОБКИ ТА ПЕРЕРОБКИ МОЛОКА (закінчення)**

- 25.1. Обладнання для пастеризації молока.**
- 25.2. Обладнання для сепарації молока.**
- 25.3. Елементи розрахунку молочного сепаратора.**
- 25.4. Визначення критичної кутової швидкості вала барабана сепаратора.**

### 25.1. Обладнання для пастеризації молока

**Пастеризація** – це знищення мікрофлори молока тепловим методом. Названа на честь видатного мікробіолога Луї Пастера, який розробив основи теорії цього процесу. *Суть пастеризації в нагріванні молока до певної температури, нижчої від точки кипіння*, і витримуванні протягом певного проміжку часу або без витримування. Цей процес описується графічно (рис. 25.1). Пастеризація обов'язкова для підвищення стійкості молока при зберіганні.

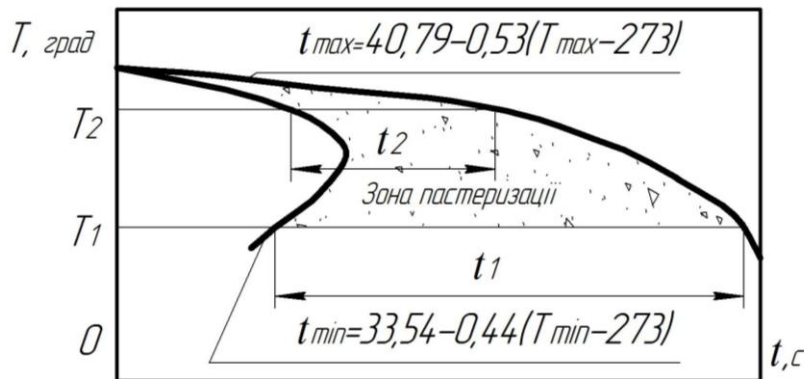


Рисунок 25.1. Граничні графіки процесу пастеризації

Розрізняють **два види** високотемпературної теплової обробки молока – *пастеризацію* і *стерилізацію*. Молоко, яке надходить у торговельну мережу, обов'язково піддають пастеризації або стерилізації. При пастеризації повністю зберігаються всі якості незбираного молока, а нагрівання його вище +90°C призводить до зміни фізико-механічних властивостей і втрати частин білка.

Крім теплової пастеризації застосовують **ультразвукову обробку** й **ультрафіолетове опромінення**. Ультразвукові пастеризатори збудниками коливань можуть мати автоколивне тіло або електромагнітні та магнітофрикційні вібратори. Джерелом ультрафіолетового опромінення в пастеризаторах є ртутні та люмінесцентні лампи.

**Пастеризатори** поділяють: *за способом теплової обробки молока* – на термічні та холодні; *за джерелом використовуваної енергії* – на парові, електричні з оптичним та індукційним нагріванням, інфрачервоної радіації, ультрафіолетові опромінювачі й високочастотні вібратори; *за характером виконання процесу* – на апарати безперервної та періодичної дії; *залежно від режиму пастеризації* (миттєва, короткочасна і довготривала) розрізняють барабанні, проточні пастеризатори і пастеризаційні ванни. Класифікація пастеризаторів наведена на рис. 25.2.

**За конструктивним виконанням** теплообмінники пастеризаторів подібні до охолоджувачів.

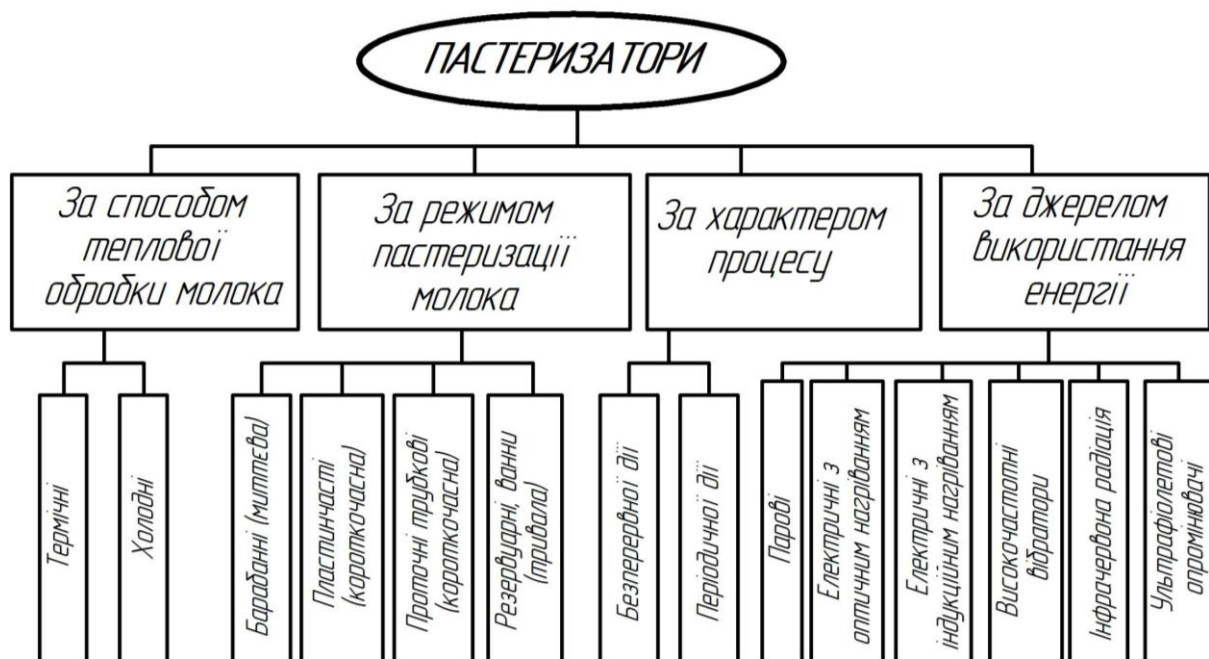


Рисунок 25.2. Класифікація пастеризаторів

Розрізняють **три режими** теплової пастеризації молока: **тривалий** – при температурі  $+65^{\circ}\text{C}$  з витримуванням до 30хв; **короткочасний** – при температурі  $+76\dots85^{\circ}\text{C}$  з витримуванням 15...20хв і **миттєвий** – при температурі  $+87\dots95^{\circ}\text{C}$  без подальшого витримування (1...2с).

Перші два температурних режими відповідають загальноприйнятим нормам тривалої та короткочасної пастеризації, що широко застосовуються у сільському господарстві для пастеризації молока, вершків і відвійок.

На фермах, де спостерігаються випадки захворювання корів на бруцельоз та туберкульоз, ветеринарне законодавство зобов'язує проводити пастеризацію молока при температурі  $+70^{\circ}\text{C}$  з витримуванням 30хв чи  $+90^{\circ}\text{C}$  з витримуванням 5хв. При захворюванні корів ящуром пастеризацію молока проводять при температурі  $+85^{\circ}\text{C}$  з витримуванням 30хв.

Тривалу пастеризацію застосовують для обробки великої кількості молока. Цей процес проходить у спеціальних ваннах: ВДП-300, ВДП-600 і ВДП-1000.

**Ванна тривалої пастеризації** зображена на рис. 25.3. Ванна місткістю до 1000л – це циліндричний резервуар з нержавіючої сталі з увігнутим у бік спускного крана днищем і оточений пароводяною сорочкою з теплоізоляцією. У сорочці є вода, що нагрівається паром. Після заповнення ванни молоком вмикають мішалку, впускають у міжстінковий простір воду і подають пару. Коли температура молока досягне заданого рівня, подавання пари знижується і продукт витримують. Якщо після пастеризації молоко треба охолодити, у водяну сорочку подають охолоджувальний агент. **Переваги:** простота конструкцій та



обслуговування; універсальність (використання для охолодження й пастеризації); можливість без втрат пастеризувати невелику кількість молока; до підготовки апарата до роботи, розбирання та миття потрібно небагато часу. **Недоліки:** відсутність рекуперації тепла і постійний контакт продукту з повітрям.

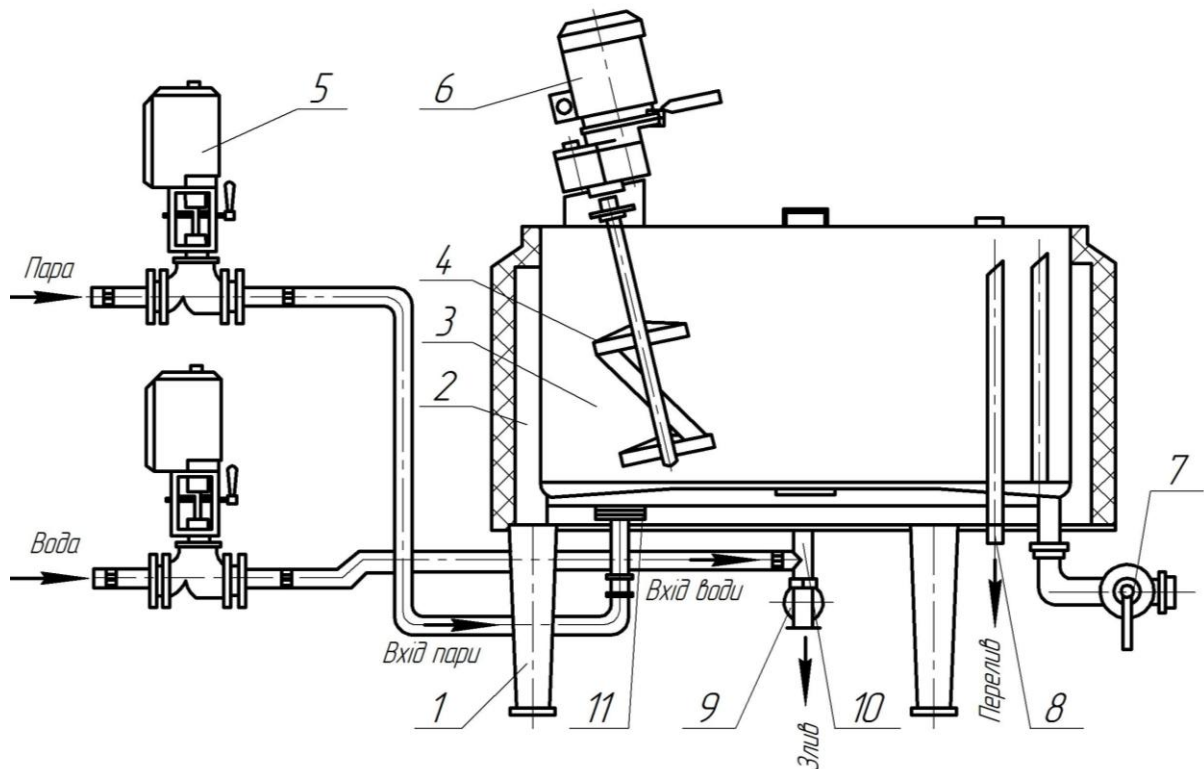


Рисунок 25.3. Схема ванни тривалої пастеризації:

1 – опора; 2 – корпус; 3 – ванна; 4 – мішалка; 5 – електромагнітний клапан; 6 – привод мішалки; 7 – кран; 8 – переливна труба; 9 – вентиль для зливання води; 10 – трубка; 11 – паророзподільна головка

**Трубчасті пастеризаційні установки** використовують для обробки молока і вершків у закритому потоці при високій швидкості руху молока. Застосовують їх для короткочасної пастеризації. **Переваги** порівняно з пластинчастими: менша кількість і менші розміри ущільнювальних прокладок. **Недоліки:** висока металомісткість і великі габаритні розміри; при очищенні й митті потрібно багато вільного простору з торців.

**Пластинчасті пастеризаційно-охолоджувальні установки** використовують для короткочасної пастеризації. Установки типу ОПУ та ОПФ мають кілька однакових за конструкцією секцій, складених на спільній станині. Змінюючи кількість пластин у секціях, змінюють продуктивність апаратів (від 3000 до 10000л/год). Пластинчасті установки високопродуктивні, компактні й завдяки високому коефіцієнту регенерації економічні.

Пастеризаційно-охолоджувальна установка ОПФ-1-300 призначена для очищення, пастеризації та охолодження молока у закритому потоці. Основні складальні одиниці (рис. 25.4): пластинчастий теплообмінний апарат, відцентровий молокоочисник, витримувач, молочний насос, насос для гарячої води, зрівнювальний бак, перепускний клапан, бойлер, інжектор, електрогідравлічний клапан, який регулює подавання пари, система трубопроводів і пульт керування. Теплообмінний апарат установки має п'ять секцій: *I* та *II* – регенерації, *III* – пастеризації, *IV* та *V* – охолодження. Секції розділені між собою плитами зі штуцерами для підведення відповідних рідин (молока, води, розсолу).

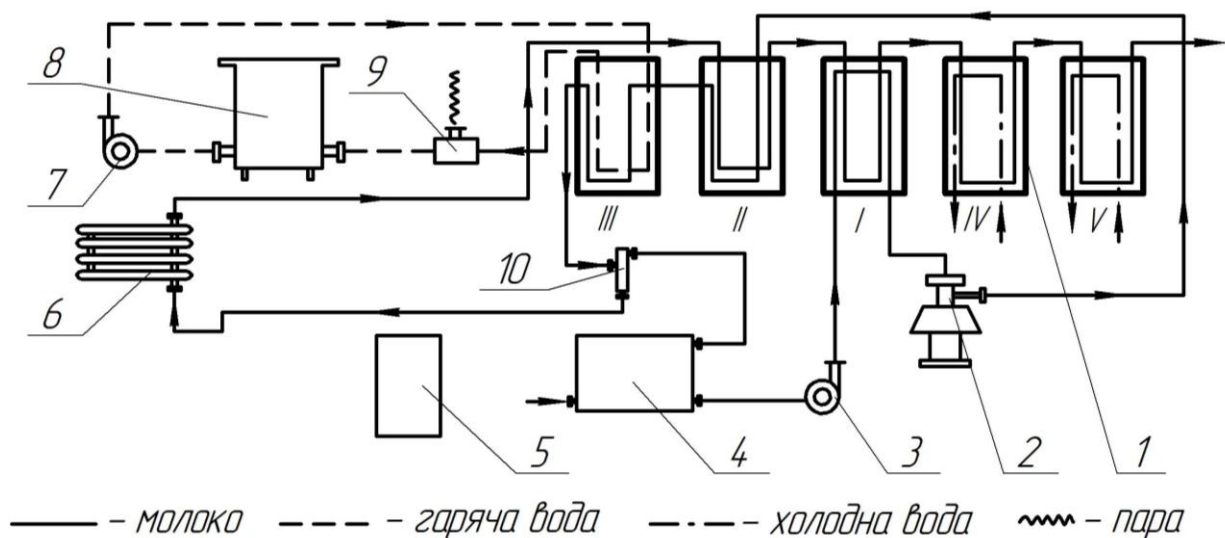


Рисунок 25.4. Схема пастеризаційно-охолоджувальної установки:

1 – пластинчастий теплообмінний апарат; 2 – очисник; 3 – молочний насос;  
4 – вирівнювальний бак; 5 – пульт керування; 6 – витримувач; 7 – водяний насос;  
8 – бойлер; 9 – інжектор; 10 – перепускний клапан

**Пластинчастий теплообмінник** – основний апарат установки типу ОПФ. У ньому відбувається нагрівання та охолодження молока. Складається зі штампованих теплообмінних пластин, згрупованих по кілька секцій разом з плитами, закріпленими на штангах. У секції пастеризації молоко нагрівається водою, що проходить в одному напрямку через ряд паралельних каналів, а молоко, переходячи з каналу в канал, змінює напрям руху, щоб забезпечити однаковий тиск і швидкість з обох боків теплообмінних пластин. У секції рекуперації гаряче молоко віддає тепло зустрічному потоку холодного молока. У секції водяного охолодження кількість холодоносія перевищує кількість молока, що протікає, тому число каналів для проходження води у 3...4 рази більша, ніж для молока.



**Витримувач** – ємність, у якій молоко знаходиться при температурі пастеризації потрібний час для завершення бактерицидної дії температури. Його також використовують для приготування мийного розчину після закінчення процесу пастеризації. Молокоприймач має бак, у який надходить молоко і з нього самопливом або насосом подається на пастеризацію.

**Миттєва пастеризація** молока майже не змінює його фізико-механічні властивості й відбувається в апаратах **барабанного типу** з двобічним обігріванням молока за допомогою пари, а також у **трубчастих** і **пластинчастих** машинах. **Переваги** парових пастеризаторів з витискаючим барабаном: простота конструкції, компактність, низька вартість, наявність на верхній частині барабана лопатей виключає потребу використання молочного насоса.

**Пастеризацію інфрачервоним та ультрафіолетовим опромінюванням** здійснюють у спеціальних агрегатах – **активаторах**. Молоко тече прозорими трубками і під впливом бактерицидного опромінення інфрачервоним світлом звільняється від мікроорганізмів, а в результаті ультрафіолетового опромінення збагачується вітаміном D<sub>3</sub>. **Переваги:** простота, економічність, висока якість отриманого продукту, низька енергоємність (потужність, споживана на пастеризацію 1л молока, при використанні активаторів – 12...16Вт, а при використанні теплообмінників – 30...40Вт).

**Стерилізація** молока – це нагрівання його вище +100°C з наступним витримуванням. Використовують її для знищення звичайної мікрофлори молока і термостійких бактерій, які при пастеризації не гинуть. Це продовжує термін зберігання молока навіть при кімнатній температурі. Проводять її у стерилізаторах потокової дії, попередньо піддавши пастеризації у трубчастих пастеризаторах. Молоко нагрівають гарячою водою до +100...108°C, а потім паром до +118...120°C і витримують при цій температурі 20хв. Потім у тому ж агрегаті його охолоджують до +18...20°C.

Миттєву стерилізацію молока проводять чистою гострою паром при температурі до +240°C. Далі пропускають його через інжектор і миттєво охолоджують у вакуум-камері до температури +70...76°C, гомогенізують, охолоджують до +18...20°C і розливають на автоматах у паперові пакети.

## **25.2. Обладнання для сепарації молока**

**Гомогенізацію** молока здійснюють для зменшення відстоювання жиру при зберіганні продукту. Вона забезпечує роздроблювання жирових кульок, розміри яких зменшуються приблизно в 10 разів, а швидкість їх спливання знижується в 100 разів. Унаслідок цього в гомогенізованому молоці під час зберігання вершки практично не відстоюються.

**Гомогенізатор** – це триплунжерний насос, на нагнітальній лінії якого встановлено клапан, який за допомогою пружини притискується до свого сидла під тиском 12,5...15МПа, закриваючи отвір. Молоко надходить у нагнітальну камеру і під тиском, який дещо перевищує зусилля пружини, трохи відкриває клапан. Жирові кульки, проходячи крізь вузьку щілину, внаслідок різкого підвищення швидкості дробляться на дрібніші. Найефективніше гомогенізація відбувається при температурі +60...65°C.

**Сепарація** – це поділ молока на складові: **жирову (вершки)** та **знежирену (відвійки або перегін чи молочна плазма)**.

Сепарування молока має переваги порівняно із відстоюванням. Повільний процес відстоювання в кілька тисяч разів прискорюється в молочних сепараторах, де він відбувається миттєво і неперервно, внаслідок чого ступінь знежирювання молока досягає 99,98%, тоді як при відстоюванні не перевищує 70...80%. Жирність відвійок після сепарування молока допускається до 0,03%.

Принцип дії сепаратора ґрунтується на властивості механічних сумішей розділятися в полі дії відцентрових сил через відмінності у густині складових компонентів.

**Сепаратори за призначенням** поділяють на такі групи:

- **сепаратори вершків** для розділення цільного молока на вершки й відвійки та очищення отриманих компонентів від забруднення;
- **сепаратори-молокоочисники** для очищення молока від забруднення;
- **сепаратори-нормалізатори** для отримання молока визначеної жирності;
- **універсальні сепаратори**, які виконують усі перелічені вище операції.

**За виконанням** (способом подавання молока та відведення вершків і відвійок) **сепаратори** поділяють на такі групи:

- **відкриті** – надходження молока та відтік продуктів переробки здійснюються відкритими потоками;
- **напівзакриті** – відкрите надходження молока та закритий, під тиском, відтік вершків і перегону;
- **закриті** – процес сепарування проходить без взаємодії з навколишнім середовищем.

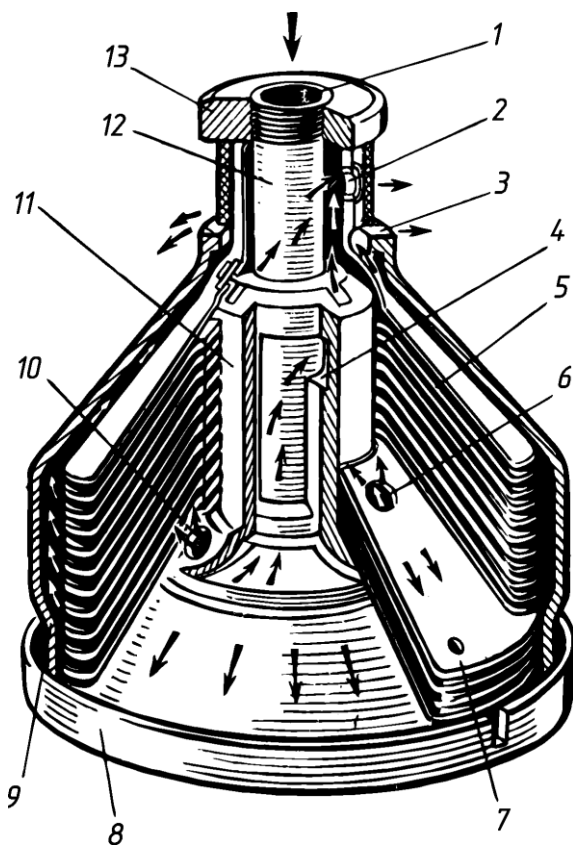
Перевага закритих сепараторів: молоко, в процесі їх роботи, не окислюється киснем повітря і не утворює піни, яка створює великі незручності при експлуатації обладнання. У напівзакритих сепараторах молоко подається відкритим способом, а продукти сепарації відводяться закритими каналами. У відкритих сепараторах молоко і продукти сепарації контактують із навколишнім повітрям.

**Переваги застосування сепараторів:** вершки, отримані на сепараторі й продукти їх подальшої переробки мають кращі смакові якості, ніж отримані природним відстоюванням; уміст жиру у відвійках набагато нижчий, ніж при відстоюванні; менші затрати часу на отримання вершків та відвійок (від 10 до 30 год при природному відстоюванні); висока продуктивність праці; малі технологічні площі.

**Основні вимоги до сепараторів:**

- високий ступінь знежирення молока;
- можливість регулювання жирності вершків у заданих межах;
- швидкість сепарування й очищення молока;
- неперервність і автоматизація процесу сепарування;
- відсутність піни у знежиреному молоці й вершках;
- тривала робота сепаратора без зупинки;
- зручність експлуатації та обслуговування;
- відповідність санітарним вимогам;
- довговічність і надійність у роботі;
- низька енергоємність.

**Головний робочий орган сепаратора – барабан** (рис. 25.5), який обертається з частотою  $6000 \dots 10000 \text{ хв}^{-1}$ . Барабан має центральну трубку, на якій встановлено тарілотримач, а на ньому – конічні тарілки. Зазор між тарілками (0,4...0,5 мм) витримується за допомогою виступів, зроблених на всіх тарілках, крім верхньої роздільної. На конічній поверхні кожної тарілки є три отвори, зміщені один стосовно одного на кут  $120^\circ$ .



Після складання отвори тарілок утворюють три вертикальні канали, якими молоко розподіляється в міжтарілочастому просторі. Верхня роздільна тарілка має три ребра, які утворюють зазор між тарілкою і кришкою барабана. У цьому просторі переміщуються відвійки.

Рисунок 25.5. Схема розподілення молока в барабані сепаратора:

- 1 – вхідний отвір центральної трубки;
- 2 – отвір для виходу вершків; 3 – отвір для виходу відвійок; 4 – бічний канал;
- 5 – верхня роздільна тарілка;
- 6 – вертикальні канали; 7 – тарілки;
- 8 – корпус; 9 – кришка; 10 – отвір;
- 11 – тарілотримач; 12 – трубка;
- 13 – гайка

Технологічний процес розділення молока в барабані сепаратора відбувається так. Молоко з поплавкової камери надходить у барабан і, пройшовши центральною вертикальною трубкою, виходить у вертикальні канали. Звідси молоко розподіляється в міжтарілчастому просторі, де відбувається сепарування. Відвійки, як важча фракція, відцентровою силою відкидаються до стінки барабана, а вершки відводяться до осі його обертання.

**Процес сепарування поділяють на три фрази.** Спочатку жирові кульки містяться в потоці молока, потім – у міжтарілчастому просторі. При обертанні барабана вони спливають і утворюють вершкові течії, які переміщуються до осі обертання барабана. Під тиском потоку молока, яке неперервно надходить у барабан із поплавкової камери, вершки рухаються до верхньої розподільної тарілки і виходять через отвір регулювального гвинта, а відвійки, піднімаючись по стінці й під кришкою барабана над розподільною тарілкою, зливаються через отвір у кришці барабана. Жирністю вершків, а також співвідношенням між кількістю вершків і відвійок можна варіювати від 1:4 до 1:12 зміною відстані для виходу вершків від осі барабана до отвору. Промисловість випускає молочні сепаратори ОСБ-1000, ОСП-3М та інші.

Найкраще сепарувати свіже молоко, а холодне потрібно підігрівати. Оптимальна температура сепарування молока  $+35...45^{\circ}\text{C}$  ( $308...318\text{K}$ ). При зниженні температури в'язкість молока збільшується, білок і жир стають тягучими, що ускладнює відокремлення вершків. У разі значного підвищення температури жирові кульки плавляться і робота сепаратора стає неможливою. Забруднення та підвищення кислотності молока збільшують його в'язкість, і розділення погіршується.

Сепаратор ОСБ-1000 (рис. 25.6) – агрегат відкритого типу, а ОСП-3М – агрегат напівзакритого типу. Особливістю напівзакритих сепараторів є наявність пристрою, який забезпечує виведення вершків і відвійок під тиском, а в іншому їхня конструкція аналогічна конструкції сепараторів відкритого типу. Сепаратори закритого типу використовують в основному в молочній промисловості.

### **25.3. Елементи розрахунку молочного сепаратора**

Використовують такі процеси розділення незбираного молока на вершки (молочний жир) та знежирене молоко (молочні відвійки або молочна плазма): *відстій, осідання в потоці, сепарування*.

**Процес відстою природним способом** відбувається у результаті різної питомої ваги компонентів, що розділяються, тому розглядають схему сил, що діють на жирову кульку, яка спливає з молока.

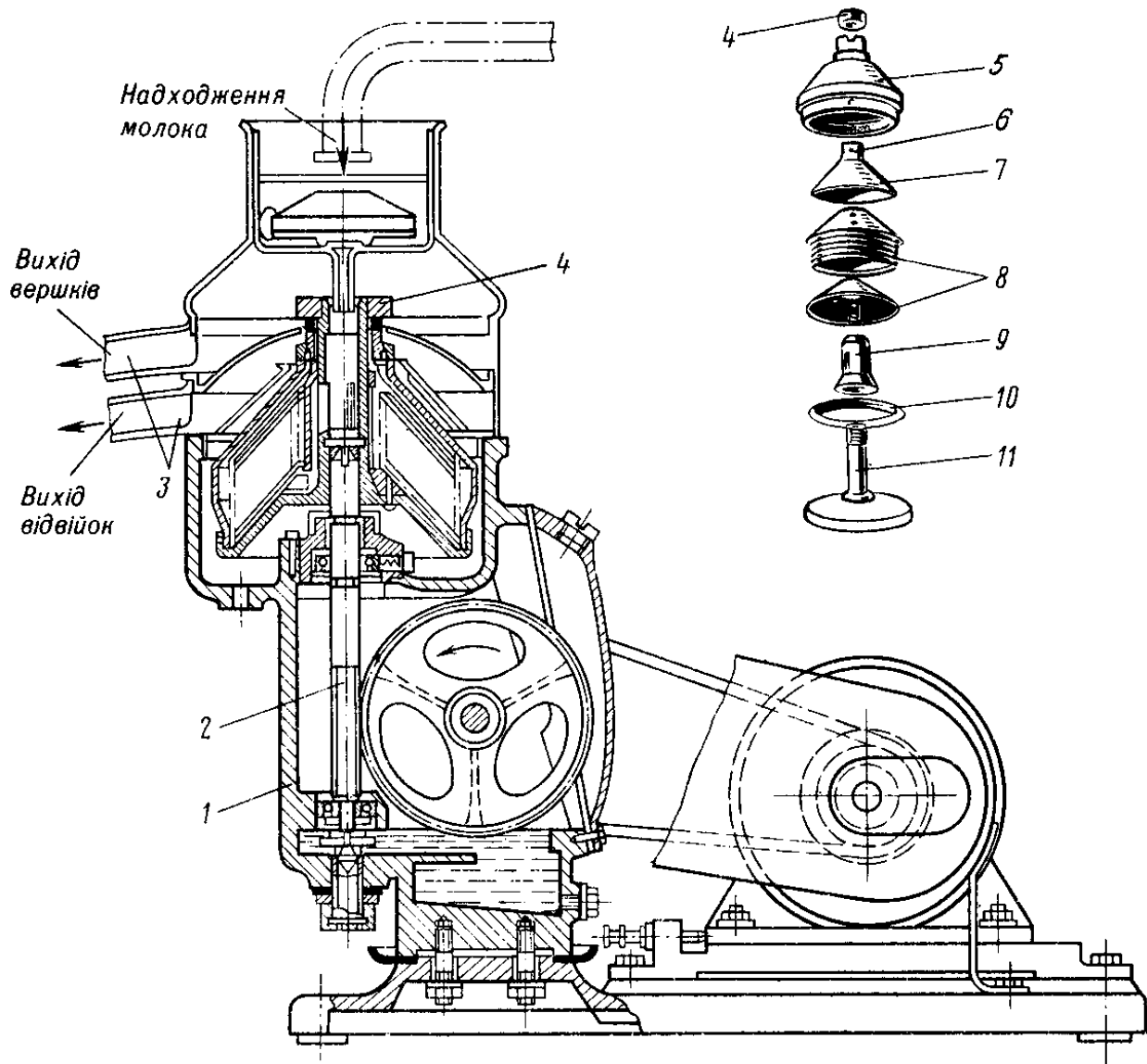


Рисунок 25.6. Загальний вигляд сепаратора ОСБ-1000 і деталі барабана:  
 1 – станина; 2 – вал вертикальний (веретено); 3 – канали; 4 – накидна гайка; 5 – гвинт регулювання жирності вершків; 6 – корпус; 7 – верхня тарілка; 8 – пакет роздільних тарілок; 9 – тарілотримач; 10 – гумове кільце; 11 – основа барабана з центральною трубкою

Результуюча сила  $F_P$ , що діє на жирову кульку, дорівнює різниці гравітаційної сили і виштовхувальної сили Архімеда

$$F_P = \frac{\pi \cdot d_K^3 \cdot \rho_{\text{ж}} \cdot g}{6} - \frac{\pi \cdot d_K^3 \cdot \rho_{\text{п}} \cdot g}{6}, \quad (25.1)$$

де  $d_K$  – діаметр жирової кульки, м;

$\rho_{\text{п}}$  і  $\rho_{\text{ж}}$  – густина плазми молока і молочного жиру відповідно,  $\text{кг/м}^3$ .

Швидкість спливання жирової кульки  $V_{C\dot{I}}$  у плазмі молока підпорядкована закону Стокса

$$F_C = 6\pi \cdot d_K \cdot V_{C\Pi} \cdot \mu, \quad (25.2)$$

де  $\mu$  – динамічна в'язкість молока, кПа·с.

Прирівнявши (25.1) і (25.2) і розв'язавши їх відносно швидкості спливання, отримують

$$V_{C\Pi} = \frac{2g \cdot r_K^2 (\rho_{\Pi} - \rho_{\mathcal{K}})}{9\mu}, \quad (25.3)$$

де  $r_K$  – радіус жирової кульки, м.

Час розділення молока визначають за формулою

$$t_{C\Pi} = \frac{9L_K \cdot \mu}{2g \cdot r_K^2 \cdot (\rho_{\Pi} - \rho_{\mathcal{K}})}, \quad (25.4)$$

де  $L_K$  – шлях, який проходить жирова кулька при спливанні, м.

Аналіз формули (25.4) показує, що на природний процес розділення молока можна вплинути лише частково, змінивши його в'язкість підігріванням.

Розглянемо **розподіл молока у відцентровому полі** (сепарування). Силами земного тяжіння внаслідок їх незначущості відносно відцентрових сил нехтують. Рух жирової кульки в міжтарілчастому просторі сепаратора (рис. 25.7) буде зумовлювати швидкості потоку молока  $V_M$  та спливання жирової кульки  $V_{C\dot{I}}$ , які можна визначити за формулами

$$V_M = \frac{Q_C}{2\pi \cdot R_{\omega} \cdot h_T \cdot \operatorname{tg} \alpha (z_T - 1)}; \quad (25.5)$$

$$V_{C\Pi} = \frac{2\omega^2 \cdot R_{\omega} \cdot r_K^2 (\rho_{\Pi} - \rho_{\mathcal{K}})}{9\mu}, \quad (25.6)$$

де  $Q_C$  – подача (продуктивність) сепаратора, кг/с;

$V_M$  – швидкість потоку молока вздовж твірної конуса тарілки у міжтарілчастому просторі;

$V_{\tilde{N}\dot{I}}$  – швидкість руху жирової кульки у напрямку осі обертання (швидкість спливання);

$R_{\omega}$  – відстань до осі обертання (змінний радіус міжтарілчастого простору), м;

$h_T$  – відстань між двома сусідніми тарілками, м;  
 $z_T$  – кількість тарілок;  
 $\alpha$  – кут між твірною конуса тарілки та її основою, град;  
 $\omega$  – кутова швидкість обертання барабана сепаратора, рад/с.

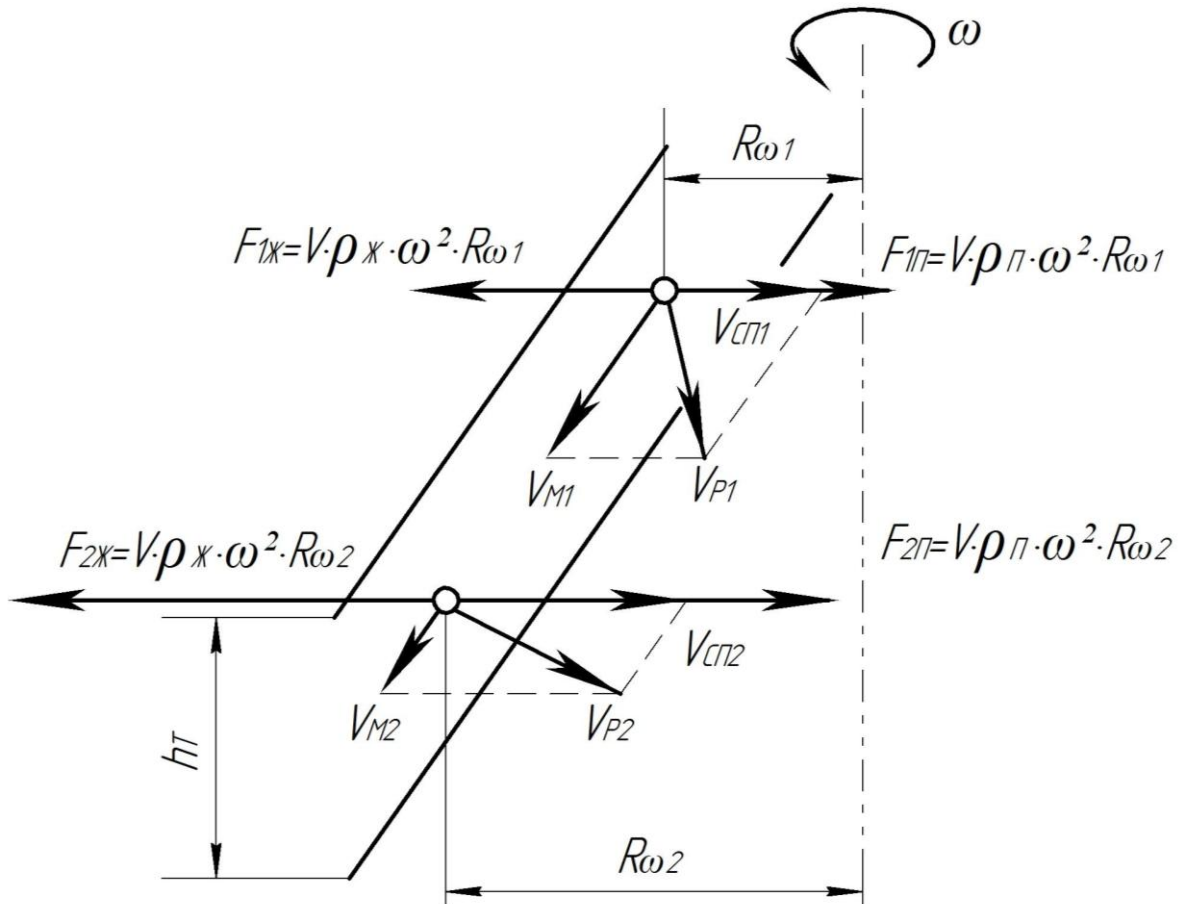


Рисунок 25.7. Схема сил і швидкостей жирової кульки у відцентровому сепараторі

Проекція вектора результуючої швидкості кульки  $V_{P1}$  при відстані від осі обертання  $R_{\omega 1}$  спрямована від центра обертання до периферії барабана внаслідок значної швидкості потоку молока в цій точці міжтарілчастого простору, а в точці, що відповідає  $R_{\omega 2}$ , – спрямована до центра. Таким чином, можна вибрати такі параметри сепаратора, при яких жирова кулька заданого розміру не може покинути міжтарілчастого простору. Але існує така точка міжтарілчастого простору, в якій ця проекція дорівнює нулю, тобто жирова кулька зупиниться. У реальних сепараторах це явище не спостерігається внаслідок того, що швидкість потоку молока в міжтарілчастому просторі змінюється залежно від відстані до поверхні тарілки. Існує приграничний шар на поверхні тарілки, де швидкість дорівнює нулю і зростає з віддаленням від

поверхні. Для жирових кульок, які знаходяться близько від поверхні тарілки, виконується умова спрямування проекції їх результуючої швидкості до центра обертання. Для забезпечення умови розділення молока необхідно, щоб жирові кульки осіли на поверхню тарілки. Ця умова виконується у будь-якій точці міжтарілчастого простору, оскільки вертикальна складова результуючої швидкості спрямована завжди вниз (див. рис. 25.7).

#### 25.4. Визначення критичної кутової швидкості вала барабана сепаратора

Для підвищення продуктивності молочних сепараторів збільшують кутову швидкість вала барабана до 4000 рад/с. При незначному відхиленні центра мас барабана відносно осі обертання виникають відцентрові сили інерції, здатні зруйнувати конструкцію. За певних значень (критичних) кутової швидкості виникає сильне биття вала барабана в місцях кріплення. Критичне значення кутової швидкості вала барабана сепаратора визначають, розглядаючи рівність руйнуючих та відновлюючих сил.

Схема барабана сепаратора, який обертається навколо вертикальної осі, зображена на рис. 25.8. Вал (веретено) барабана закріплений на двох опорах, відстань між якими  $l$ , відстань між верхньою опорою та центром мас барабана сепаратора відносно осі обертання –  $c$ , відхилення центра мас барабана сепаратора відносно осі обертання –  $e$ . У результаті обертання вала барабана при такому конструктивному виконанні виникає сила, яка намагається зігнути вал барабана.

Відцентрову силу інерції барабана сепаратора,  $H$ , визначають за формулою

$$F_I = m_B \cdot \omega^2 (e + f), \quad (25.7)$$

де  $m_B$  – маса барабана сепаратора, кг;

$e$  – ексцентриситет, зміщення центра мас барабана відносно осі обертання, м;

$f$  – стріла прогину вала барабана сепаратора, м;

$\omega$  – кутова швидкість вала барабана,  $\text{с}^{-1}$ .

Вал барабана має пружні властивості, намагається відновити початковий стан. Відновлюючу силу визначають за формулою

$$F_B = K_{Ж} \cdot f, \quad (25.8)$$

де  $K_{Ж}$  – коефіцієнт жорсткості вала.



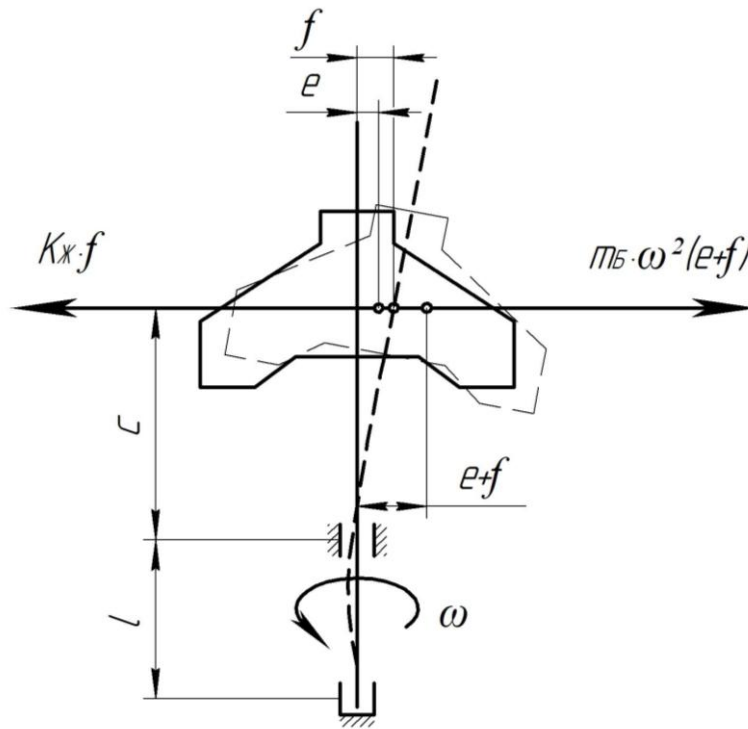


Рисунок 25.8. Схема сил, що діють на вал (веретено) сепаратора або очисника

Прирівнюючи сили  $F_I$  та  $F_B$  і розв'язуючи рівняння відносно стріли прогину  $f$ , отримують

$$f = \frac{m_B \cdot e \cdot \omega^2}{K_{Ж} - m_B \cdot \omega^2}. \quad (25.9)$$

Якщо  $f \rightarrow \infty$ , то  $K_{Ж} - m_B \cdot \omega^2 \rightarrow 0$ . Критичну кутову швидкість вала барабана визначають за формулою

$$\omega_{KP} = \sqrt{\frac{K_{Ж}}{m_B}}. \quad (25.10)$$

Рівняння (25.10) – це **умова міцності веретена** сепаратора.

Стрілу прогину вала  $f$  для такого конструктивного виконання сепаратора можна визначити за формулою (відомою з теорії пружності)

$$f = \frac{F_I \cdot c^2 (c+1)}{3E \cdot J_B}, \quad (25.11)$$

де  $E$  – модуль пружності матеріалу вала, Н/м<sup>2</sup>;

$J_B$  – момент інерції поперечного перетину вала барабана сепаратора, м<sup>4</sup>.

Приймаючи  $F_I = 1$  та враховуючи, що  $F_I = F_B$ , отримують залежність для визначення коефіцієнта жорсткості вала (веретена) барабана сепаратора

$$K_{Ж} = \frac{3E \cdot J_B}{c^2(c+1)}. \quad (25.12)$$

Отже, критичну кутову швидкість вала (веретена) барабана сепаратора з урахуванням залежності (25.13) визначають за формулою

$$\omega_{KP} = \sqrt{\frac{3E \cdot J_B}{m_B \cdot c^2(c+1)}}. \quad (25.13)$$

Оскільки сепаратор у більшості випадків працює в діапазоні кутових швидкостей, більших за критичні, то при конструюванні необхідно враховувати процес переходу діапазону критичних кутових швидкостей при розгоні сепаратора до встановленого режиму. Тому верхню опору барабана виготовляють пружною, з амортизуючими елементами.

Сепараторні барабани мають великі моменти інерції й частоти обертання. Тому при виборі електродвигуна привода сепаратора доцільно визначати потужність, Вт, для пускового режиму, користуючись формулою

$$N = \frac{J_B \cdot \omega^2}{t_P}, \quad (25.14)$$

де  $J_B$  – масовий момент інерції барабана сепаратора,  $\text{кг} \cdot \text{м}^2$ ;

$t_P$  – час розгону сепаратора, залежить від його конструкції,

$$t_P = 150 \dots 300 \text{ с}.$$

Барабан сепаратора має складну геометричну форму, оскільки це набір тарілок, які монтують у корпусі. Дійсний момент інерції його визначають на біфілярному (двонитковому) підвісі на експериментальній установці. Для визначення теоретичного моменту інерції барабана сепаратора його складну геометричну фігуру можна умовно розділити на дві прості – порожнистий циліндр та зрізаний конус. Моменти інерції обох фігур визначають окремо і додають.

## **Лекція 26**

### **МАШИНИ ТА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВІВЧАРСТВА**

- 26.1. Особливості утримання та годівлі овець.**
- 26.2. Вимоги до забудови вівцеферм.**
- 26.3. Технологічне обладнання вівчарських ферм.**
- 26.4. Засоби механізації для стриження овець.**
- 26.5. Технологічний розрахунок стригального пункту для стриження овець.**
- 26.6. Розрахунок стригального апарата для стриження овець.**

### 26.1. Особливості утримання та годівлі овець

Вівчарство є традиційною галуззю тваринництва, спрямованою на виробництво таких основних видів продукції, як м'ясо, вовна, молоко і хутро.

**Показник продуктивності овець – настриг вовни** в чистому волокні, вихід якого складає 35...45% від маси брудної натуральної вовни. Залежно від технологічних властивостей **вовну ділять** на *однорідну*, отриману від тонкорунних і напівтонкорунних овець, і *неоднорідну*, яку дають вівці грубововняних і напівгрубововняних порід.

**Основна якість вовни – міцність волокна.** Залежить вона від повноцінності годування тварин.

Годувати й утримувати овець зимою краще на відкритому повітрі й тільки за несприятливих погодних умов – у **кошарах**. Сухе свіже повітря, знижена температура і сонячне опромінювання покращують апетит, здоров'я і продуктивність тварин.

Для попередження простудних захворювань **бази** (відкриті майданчики) застилають суцільним шаром соломи і загороджують стіною заввишки 1,5...2м. Під час дощу і снігу, а також в сильні морози овець заганяють у **вівчарні**.

В літній період для овець організовують тирла поблизу природних або штучних пасовищ. У районах Степу і Лісостепу тирла обладнують на підвищених, а в гірських районах Карпат – у затишних місцях.

**Основними кормами для овець** в зимовий період є *сіно, солома, силос* та *концкорми*, а в літній – *трава природних* та *штучних пасовищ, зелені корми* польових культур та концкорми.

При нестачі зелених кормів влітку овець підгодовують силосом. Грубі корми і силос вівцям згодовують з **ясел-годівниць**, які після годівлі очищають від залишків корму. Особливо це необхідно робити при згодовуванні кормів, які швидко псуються (силос, коренеплоди). Концентровані корми згодовують з риштаків за один раз – опівдні (після водопою).

Для організації правильної годівлі необхідно мати достатню кількість ясел, риштаків, щитів. **Фронт годівлі на кожну тварину повинен бути не менше 0,2м.** Скупченість біля годівниць призводить до недокорму слаборозвинених тварин.

Восени овець підгодовують сіном або силосом, коли вони не наїдаються на пасовищі, а також з настанням сильних ранкових заморозків чи ожеледі. У таких випадках вранці, перед вигоном на пасовище, кожній тварині дають по 0,4...0,5кг сіна. Цим самим поступово переводять овець з пасовищного корму на зимовий раціон. Найкращий апетит в овець буває вранці. Тому солому дають при першій ранковій годівлі, силос – в середині дня після сіна.

При різних видах годівлі **на одну голову за добу згодують** приблизно **таку кількість кормів**: силосу – 5...6кг, жому – до 10кг, зеленої маси – 8...12кг, кормової патоки – 0,2...0,4кг, грубих кормів – 1,0...1,5кг, концентрованих – 0,2...0,3кг. При годівлі овець використовують аміачну воду, бікарбонат амонію, антибіотики та інші препарати.

Поголів'я овець, призначене на м'ясо, ставлять **на нагул** або **відгодівлю**. Для цього дорослих овець після весняного стриження, а молодняк поточного року – після відлучення формують в окремі отари чи групи і перед відгодівлею стрижуть.

Нагул овець провадять на пасовищі, а при стійловому або стійлово-пасовищному утриманні організовують відгодівлю на силосі та жомі.

Для отримання високоякісної вовни овець потрібно утримувати протягом року в стані не нижче середньої вгодованості. З метою запобігання засміченню вовни рослинними рештками, піском, пилом необхідно роздавати корми в ясла або по тирлу за відсутності овець і допускати їх до ясел, коли роздавання кормів закінчено. Щоб вовна не засмічувалась реп'яхами і ковилою на пасовищах, їх треба скошувати.

З урахуванням особливостей кормовиробництва і природно-кліматичних умов у **вівчарстві** застосовують **4 системи утримання овець: пасовищну, пасовищно-стійлову, стійлово-пасовищну та стійлову**. У зоні екстенсивного землеробства, де багато природних пасовищ, використовують пасовищну і пасовищно-стійлову системи. У зоні інтенсивного землеробства, де пасовищ практично немає, – стійлово-пасовищну і стійлову системи. При пасовищній системі весь річний запас кормів вівці отримують на пасовищах, при пасовищно-стійловій – 25...30% кормів вівці споживають при стійловому утриманні, при стійлово-пасовищній – 50% річної потреби у кормах вівці споживають при стійловому утриманні; при стійловій системі – годівля овець протягом усього року здійснюється з годівниць на території ферми.

Овець однакової статі, віку та класності об'єднують у групи, які називають **отарами**. Отари можуть складатися із маток, баранів, ремонтного молодняка, племінних баранів, відгодівельного або нагульного поголів'я, валухів, а також вибракуваних маток, призначених для отримання каракульчі та відгодівлі. **Розміри отар залежать від продуктивності, статі та віку овець.**

Основною виробничою одиницею у вівчарстві є чабанська бригада, яка обслуговує отари овець, що розміщуються на одній фермі. Висока ефективність досягається на комплексно механізованих вівчарських фермах. У виробничій зоні ферм розміщують будівлі і споруди для утримання тварин, у підсобно-допоміжній – побутові приміщення, пункт штучного осіменіння, складські споруди і майданчики. В окремій зоні

розміщують об'єкти санітарно-ветеринарної служби. Усі зони з'єднують дорогами з твердим покриттям. Для підвищення продуктивності праці та зниження собівартості отримуваної продукції використовують засоби й обладнання для комплексної механізації технологічних процесів виробництва м'яса і вовни. Територію ферми загороджують і обсаджують зеленими насадженнями.

Механізація робіт у вівчарстві охоплює процеси заготівлі, приготування, транспортування та роздавання кормів, напування, очищення приміщень від гною, купання і стриження овець, пресування вовни, забою каракульських ягнят, обробки їхніх шкурок тощо.

*Для боротьби з ектопаразитами все поголів'я 1...2 рази на рік обробляють інсектоакарицидною рідиною.*

Для купання овець використовують установку ОКВ. Технологічний процес складається з таких операцій: випускання отари овець у приймальний і купальний загони, подавання овець у ванну, обробка (занурення), випускання овець з ванни, витримувannya їх у відстійному загоні та випускання з нього.

Для обробки стрижених овець проти ектопаразитів використовують установку душового типу. Цей технологічний процес складається з таких операцій: загання групи овець у камеру, обробка протягом 30...60с згори і знизу струменями емульсії, випускання тварин, витримувannya їх у відстійному загоні та випускання з нього.

Сучасна технологія вівчарства ґрунтується на впровадженні комплексної механізації працевітких процесів. Необхідність механізації виробничих процесів у вівчарстві призвела до змін у системі приміщень та обладнання для стійлового утримання овець, модернізації літнього утримання тварин із використанням постійних і мобільних загорож, автонапувалок та електропастухів.

## **26.2. Вимоги до забудови вівцеферм**

Залежно від природно-економічної зони та стану кормової бази технологічні **вівчарські комплекси** можуть бути на 2,5; 5; 10 і 15 тис. овець та ін. Найраціональніші розміри вівцеферм: для зони Степу – понад 3000 голів, Лісостепу – 1500...3000 голів, для зони Полісся і західних районів – 500...700 голів. Ферма на 5 тис. овець має три вівчарні для утримання й окоту маток, три – для вирощування молодняка, пункт штучного осіменіння, ветеринарний пункт, сховища для кормів, ванну для купання овець, автоваги, гноєсховище, будинок вівчарів та інші споруди.

Важливим елементом технологічного обладнання приміщень і баз для овець є застосування переносних дерев'яних або металевих щитів та

годівниць, що дає можливість ефективно використовувати приміщення й мобільні засоби механізації відповідно до виробничого процесу на фермі.

Незалежно від системи утримання поголів'я овець розподіляють на отари за статевовіковими ознаками: вівцематки, ярки, відгодівельне поголів'я. Кількість маток і ярки тонкорунних і напівтонкорунних порід в отарі – 700...800 голів, грубововняних порід – 800...1000 голів; валушків і валухів формують в крупніші отари – від 1000 до 1500 голів.

При будівництві вівцеферм і приміщень повинно бути забезпечене створення необхідних зооветеринарних умов для тварин, комплексна механізація виробничих процесів, підвищення експлуатаційних властивостей будівель.

**Вівчарська ферма** (рис. 26.1) є виробничою одиницею сільськогосподарського підприємства. Залежно від напрямку господарства (спеціалізоване або неспеціалізоване) та природно-економічних умов розміри ферм можуть бути різними, але такими, щоб при експлуатації їх був найбільший економічний ефект.

Ділянку для будівництва приміщень вівцеферми вибирають на сухому незатопленому місці з рівним рельєфом, поблизу основних пасовищ і джерела води.

**Приміщення і споруди вівчарських ферм за призначенням поділяють на такі види:**

- будівлі для утримання овець: вівчарні з тепляками, бази або базинавіси, що примикають до них;
- допоміжні приміщення і споруди: стригальні пункти, ванни для купання овець та ін.;
- господарські будівлі: навіси та гаражі для сільськогосподарської техніки, будівлі для робочої худоби тощо;
- приміщення і споруди для зберігання кормів: навіси для грубих кормів, силосні траншеї, площадки;
- житлові й комунальні приміщення: будинки для чабанів, бані та ін.;
- споруди для водопостачання.

Вівчарні будують прямокутної Г- та П-подібної форм.

Приміщення для утримання овець споруджують із залізобетонних каркасів і заповнюють стіни місцевими будівельними матеріалами (соломіт, саман тощо), з несучими кам'яними, цегляними і блочними стінами із застосуванням уніфікованих збірних залізобетонних виробів, а також із місцевих матеріалів і виробів із них.

Приміщення для утримання овець не опалюють, тепловий режим і вологість повітря в них не нормують, за винятком тепляків, де під час окоту повинна підтримуватися температура не менше +8°C і не більше +12°C при відносній вологості повітря не більше 75%.

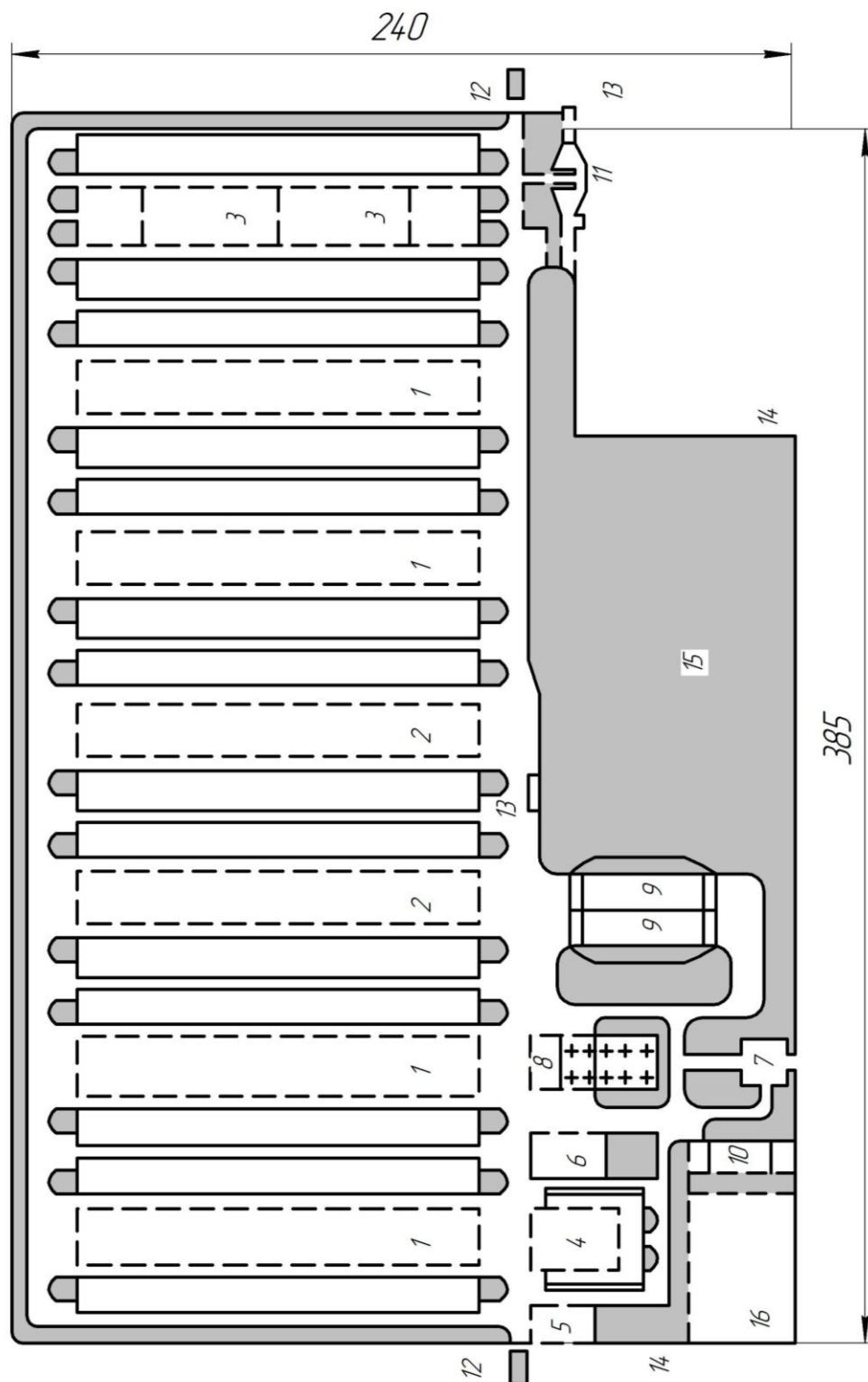


Рисунок 26.1. Генплан вівчарської ферми на 6 тис. голів із закінченим обігом стада:

1 – вівчарня для окоту на 1000 маток; 2 – вівчарня на 1000 маток з ягнятами; 3 – вівчарні на 1000 ремонтних ярк; 4 – пункт штучного осіменіння; 5 – ветеринарний санпропускник із блоком службових приміщень та прохідною; 6 – стоянка на 24 сільгоспмашини; 7 – склад концентрованих кормів та зерна; 8 – кормоцех розсипної кормосуміші на 50т за зміну; 9 – силососховище на 1500т; 10 – ветпункт зі стаціонаром на 30 місць; 11 – база-розкіл; 12 – дезінфекційний бар'єр; 13 – автоваги; 14 – загородження; 15 – майданчик для зберігання грубих кормів; 16 – майданчик для котельні



У приміщеннях для утримання овець постійну температуру підтримують припливно-витяжною вентиляцією з природною циркуляцією повітря. Приплив свіжого повітря здійснюється через вікна з перегородками, що відчиняються, а видалення забрудненого повітря – через витяжні канали (або шахти), розміщені вздовж конька покрівлі.

**Основні санітарно-гігієнічні вимоги до розташування та будівництва вівцеферм:**

1. Вівчарські ферми розташовують на відстані 200...300м від житлових і господарських будівель та проїзних шляхів.

2. Вологі й низинні місця, а також ті, що заливаються весняними водами і розташовані поблизу ставків, озер та боліт, для будівництва вівцеферм не придатні.

3. Для маток і молодняка будують окремі вівчарні, а на крупних фермах споруджують також спеціальні тепляки площею на 25...30% поголів'я маток (для проведення окотів) і приміщення для племінних баранів з пунктом штучного осіменіння.

4. При вівчарнях обладнують відкриті бази. При будівництві баз-навісів враховують такі норми площі підлоги на одну голову: дорослі вівці –  $0,5\text{м}^2$ , молодняк у віці до 1 року –  $0,3...0,4\text{м}^2$ . Допоміжні приміщення споруджують для зберігання кормів, інвентаря, проведення зооветеринарної роботи та бригадні будинки. На віддалених фермах будують житлові будинки для чабанів.

5. Вікна вівчарень роблять одинарними на висоті 1,2м від підлоги. Площу вікон визначають у співвідношенні до площі підлоги 1:10...1:12. Внутрішня висота безгорищних приміщень у вівчарнях повинна бути не менше 1,2м по зовнішніх стінках, а в приміщеннях з горищем (у тепляках) – не менше 2м до конструкцій перекриття, що виступають.

Підлогу у вівчарнях не настиляють (утрамбований ґрунт), за винятком пункту штучного осіменіння, де вона повинна бути дерев'яна або асфальтована.

6. Температура і вологість повітря у вівчарнях повинні відповідати таким нормам: вівчарні для дорослих овець і молодняк після відбивки – оптимальна температура повітря на відстані 1м від підлоги  $+4^{\circ}\text{C}$ , відносна вологість – 70%; вівчарні для окотів маток і тепляки – відповідно  $+8^{\circ}\text{C}$  і 70%.

7. У вівчарнях необхідно обладнувати вентиляцію з розрахунку обміну повітря не менше  $25\text{м}^3$  за годину на 1 голову для дорослих овець і  $10\text{м}^3$  – для молодняка.

8. Розміри вівчарень визначають, виходячи з норм площі на одну голову (табл. 26.1).

Таблиця 26.1

Норми площі вівчарень на одну голову (м<sup>2</sup>)

Групи тварин		На товарних вівцефермах	На племінних фермах
Барани-плідники, пробники, ремонтні:	при утриманні в групових клітках	1,5	2,0
	при утриманні в індивідуальних клітках	3,0	4,5
Вівцематки з ягнятами:	при зимовому окоті	2,0	2,2
	при весняному окоті	1,2	1,6
Ярки та молодняк на вирощуванні й відгодівлі на м'ясо		0,8	0,9

9. Відкриті бази біля вівчарень обладнують, виходячи з норм площі на 1 голову (табл. 26.2).

Таблиця 26.2

Норми площі відкритої бази на 1 голову (м<sup>2</sup>)

Групи тварин	При стійловому утриманні	При стійлово-пасовищному утриманні	При пасовищному утриманні
Дорослі вівці	6...8	4...6	3...4
Молодняк	4...6	3...4	2...3

10. Для профілактичного купання овець на фермах влаштовують пересувні або стаціонарні душові установки, які розміщують з підвітряного боку і нижче по рельєфу від основних вівчарських приміщень на відстані не менше 50м.

### 26.3. Технологічне обладнання вівчарських ферм

Галузь вівчарства дещо подібна до галузі скотарства, тому в ній широкого застосування набули ті машини, що використовуються при кормоприготуванні, роздаванні кормів, прибиранні гною на фермах великої рогатої худоби.

До комплектів технологічного обладнання для вівчарських ферм входять такі машини і механізми:

**Для напування тварин:** автонапувалка пересувна ВУО-3А-1; комплект пункту водонапування з електропідігріванням води КВО-8А/5; КВО-3/3М; автонапувалка групова ГАО-4А; автонапувалка групова з електропідігріванням АПО-Ф-4.

**Для зберігання, навантажування, транспортування, приготування кормів та кормосумішей:** бункер для зберігання концкормів БСК-10А; навантажувач сухих кормів ЗСК-Ф-10А; фуражир уніфікований для навантаження соломи та сіна із скірт ФН-1,4; навантажувач-екскаватор ПЕ-0,8; навантажувач силосу та сінажу з траншей наземних ПСК-5А; дробарка-подрібнювач рулонів і тюків ИРТ-Ф-80; комплект обладнання кормоцеху для приготування кормів; причіп-самоскид для транспортування кормів ГКВ-887Б.

**Для роздавання кормів і кормосумішей:** роздавач-змішувач кормів причіпний РСТ-10; роздавач мобільний уніфікований КТУ-10А; малогабаритний роздавач грубих кормів у кошарах і на базах; самогодівниця комбінована для овець.

**Для видалення гною:** навантажувач фронтально-перекидний ПФП-1,2; агрегат для видалення гною із кошар і баз АНУ-10.

**Для доїння овець:** доїльна установка для овець УДО-Ф-12; установка для доїння овець УДО-2-1; загорожа електрична переносна ЕП2-2; переносна загорожа ІП-150; стаціонарна загорожа для овець ЕСІ2-5.

**Для вирощування та відгодівлі ягнят:** батарея кліткова для ягнят БКЯ-500; установка для приготування заміниці цільного молока (ЗЦМ) та випоювання УВЯ-500; напувалка для згодовування рідкого ЗЦМ; ПВЯ-Ф-5-10; електрообладнання для місцевого обігрівання ягнят.

**Для стриження овець:** агрегат електростригальний ЕСА-12/200А; агрегат електростригальний ЕСА-6/200А; індивідуальний агрегат для стриження овець ІСА-1/200А; машинка для стриження овець МСУ-200А; апарат точильний для заточування різальних пар ДАС-350; апарати для заточування ножів і гребінок машинок АЗ-1, ТА-1; перетворювач частоти електроструму; різальні пари до машинок; комплект обладнання стригального цеху КТО-24.

**Обладнання для пакування та визначення якості вовни:** прес гідравлічний для пресування і пакування вовни; ваги автоматичні для зважування вовни; транспортер вовни ТШ-0,5А; електротельфер для укладання і навантаження кіп вовни ЕПШ-5; прес лабораторний для віджиму вологи з митої вовни ПЛ-Ф-10.

**Обладнання для осіменіння та бонітування тварин:** установка для штучного осіменіння овець УІО-1; установка для бонітування овець УВС-1.

**Бонітування** – комплексне оцінювання племінних та підконтрольних тварин за племінними та продуктивними якостями і типом. Бонітують тварин за походженням, породністю, розвитком, конституцією та екстер'єром, продуктивністю, відтворювальними якостями і потомством. Основне завдання бонітування – розділення всіх тварин стада на категорії: племінні (еліта, I клас, II клас), товарні (3 клас, 4 клас), брак.

**Обладнання для зооветеринарної обробки овець:** установка духова для проведення санітарно-ветеринарної обробки овець; установка для обрізування ратиць.

**Додаткове обладнання для утримання овець:** годівниця комбінована ККО-2; годівниця лінійна КМФ-07.02.

#### **26.4. Засоби механізації для стрижки овець**

**Найголовніші технологічні процеси виробництва продукції вівчарства, відмінні від інших напрямків тваринництва, – стриження овець і первинна обробка вовни.**

Стриження овець є однією з важливих і трудомістких робіт. Вона проводиться в певні терміни і повинна бути повною, без пошкодження шкіри вівці і без підсічки вовни. Навіть добра за якістю вона може стати браком при невмілому стриженні.

Стриження овець проводять у такому порядку: овець з тонкою і напівтонкою вовною стрижуть **один раз на рік** (навесні); грубововняних і напівгрубововняних дорослих овець стрижуть **двічі на рік** (навесні й восени), а в гірських районах Карпат – **один раз** (навесні). Тонкорунні вівці всіх порід і помісей дають вовну при річному її рості довжиною від 5 до 10 см, і вона може бути використана для виробництва високоякісної тканини. Напівтонкорунні вівці дають довшу вовну – від 7 до 15...18 см і навіть більше, однак дворазова стрижка їх протягом року забороняється.

Молодняк тонкорунних і напівтонкорунних овець весняних окотів стрижуть навесні наступного року, коли вовна досягає річного росту; ягнят зимових окотів на товарних фермах стрижуть у 6...7-місячному віці, коли вовна досягає не менше 5 см.

Молодняк грубововняних і напівгрубововняних овець перший раз стрижуть восени – в рік народження.

Весняне стриження овець проводять з настанням стійкої теплої погоди до линяння грубововняних овець та коли в руні тонкорунних і напівтонкорунних овець нагромадиться достатня кількість жиропоту, внаслідок чого вовна стає м'якою, еластичною і добре стриждеться. У південних областях овець стрижуть приблизно з 5 травня до 5 червня; в північних – з 10 травня до 10 червня.

Осіннє стриження, як правило, закінчується не пізніше вересня, коли ягнята відлучені від вівцематок. У господарствах з поголів'ям до 4 тис. голів стриження має тривати не більше 10 днів, а в господарствах з поголів'ям понад 4 тис. голів – не більше 20 днів.

**Стриження овець** – є основною і достатньо трудомісткою операцією. При роботі вручну ножицями досвідчений стригаль може зістригти до 15...20 овець, а при машинній стрижці – до 60 овець за робочий день. Настриг сирої вовни від тонкорунних овець може досягати 4кг і навіть вище. При ручному стриженні однієї вівці з настригом 3...3,5кг вовни стригаль витрачає 20...25хв і робить до 100 затисків ручних ножиць. Машинне стриження забезпечує нижчий і рівніший зріз вовни, що збільшує її настриг на 5...7% і підвищує якість волокна внаслідок збільшення його довжини.

Механізація процесу стриження овець підвищує продуктивність праці в 3...5 разів, суттєво покращує умови праці, за рахунок низького зрізу і зменшення січки підвищує якість вовни, на 8...13% збільшується її настриг.

Механізація стриження овець серед різних видів робіт на тваринницьких фермах займає перше місце і становить 90%.

Спроби механізувати процес стриження овець відносять до кінця ХІХ століття. Першу стригальну машинку у 1887 році розробив ірландець Ф.І. Волселей.

Перша вітчизняна електромеханічна стригальна машинка СМ з шириною захвату 57,6мм створена у 1934 році. На основі неї розроблена удосконалена широкозахватна стригальна машинка ШЗМ з шириною захвату 76,8мм. На базі її у 1960 році була спроектована *машинка МСО-77 з приводом від трифазного асинхронного електродвигуна за допомогою гнучкого вала*. Пізніше була розроблена *досконаліша стригальна машинка МСУ-200 з безпосереднім приводом від вмонтованого високочастотного асинхронного електродвигуна*. **Переваги:** реактивний момент привода не передається на руку стригальця, забезпечується краща маневреність, менша металомісткість і краща безпека праці. **Недолік** – за рахунок високої частоти обертання ротора електродвигуна і значного моменту його інерції виникають **гіроскопічні сили**, які потребують прикладання додаткових зусиль при маневреності машинки під час стриження.

Машинка для стриження овець МСУ-200 складається зі стригальної головки і електродвигуна зі шнуром живлення і вимикачем. Стригальна головка має корпус, механізм передавання крутного моменту від електродвигуна до робочих органів різального апарата й перетворення обертового руху ведучого вала у коливальний рух ножа різального апарата, притискний і різальний механізми.

Електродвигун стригальної машинки МСУ-200 трифазний, асинхронний із короткозамкненим ротором. На протилежному кінці вала ротора електродвигуна встановлено дволопатекий вентилятор для охолодження електродвигуна під час роботи. Потужність електродвигуна – 115Вт, напруга – 36В, частота – 200Гц.

Заточувальні апарати ДАС-350 і ТА-1 призначені для загострювання різальних пар (ніж і гребінка) машинок для стриження овець. На заточувальному апараті ДАС-350, окрім загострювання різальних пар, проводять проточування і нарізування дисків.

Електростригальний агрегат ЕСА-12/200А призначений для стриження овець усіх порід. Його використовують для обладнання стаціонарних, пересувних і тимчасових стригальних пунктів на 12 робочих місць. Він складається із 12 робочих і однієї резервної стригальних машинок МСУ-200, перетворювача частоти струму ПЧСФ-4-200-36, 24 гаків та заточувального агрегата ТА-1. Стригальні машинки вмикаються кожна окремим пускатчем. Живлення ЕСА-12/200А забезпечується від мережі трифазного струму. З агрегатом працюють 12 стригалів, наладчик і заточувальник.

Електростригальні агрегати працюють від мережі змінного струму напругою 220/380В, постійної електромережі, і від паливо електричного агрегата АБ-4-Т/400, що працює від двигуна внутрішнього згоряння УД-2.

**Електростригальні агрегати поділяють за:**

- частотою струму – на **високочастотні** (200, 400Гц) і **звичайної частоти** (50Гц);
- напругою – **небезпечні** (220, 380В) і **електробезпечні** (36В);
- системою електропривода стригальних машинок – **з приводом від підвісного електродвигуна через гнучкий або колінчастий вал, з приводом від електродвигуна, вбудованого в рукоятку машинки.**

Для стриження овець створюють спеціальні стригальні пункти, обладнані відповідними комплектами обладнання. До основного обладнання входять стригальні агрегати (ЕСА-1Д, ЕСА-12Г, ЕСА-67200, ЕСА-12/200), стелажі для розміщення овець під час стриження, столи для сортування вовни, преси для її пакування, верстати для загострювання різальних пар стригальних машинок (ДАС-350, ТА-1), блоки-перетворювачі (С-572А, НЗ-9401), електростанції (АБ-4Т-400) та інше допоміжне обладнання (установка для подавання стригалям овець у зв'язаному вигляді).

Комплект обладнання стригального пункту на 24 робочих місця розташовують в універсальному переносному укритті УУП-500 (на відгінних пасовищах), у типовому стригальному пункті або в приміщенні вівчарської ферми, яка має ширину не менше 12м, довжину – 40 і висоту 2м. Робочі місця стригалів розміщують у два ряди.

Залежно від системи утримання овець, величини поголів'я, місця й часу проведення стриження **стригальні пункти бувають таких типів:**

- **укрупнені стаціонарні** на 24 машинки, їх влаштовують у спеціальних приміщеннях;

- **стаціонарні** на 12...24 машинки, їх влаштовують на базі типових кошар;

- **пересувні** або виносні на 12...24 машинки.

Укрупнені стригальні пункти обладнують на скотопрогінних трасах, якщо час стриження співпадає з часом перегону худоби на літні пасовища. Їх пропускна спроможність 1200...1500 голів за зміну (або 30...35 тис. голів за період стриження).

У міру завершення стриження кожна отара (800...1200 голів) проходить профілактичне купання, після чого її направляють по відведеній трасі на літні пасовища.

Стригальний цех має три основні виробничі ділянки й побутову зону обслуговуючого персоналу. Першою є ділянка стриження, де розташовані загорожа для подавання овець на стриження, оцарки, робочі місця стригалів і транспортер вовни; другою – ділянка обліку, класирування й пересування рун вовни, що включає робоче місце вагара-обліковця, класирувальний стіл й бокси для класированої вовни, майданчик для складування кіп вовни з розміщеними на ній пресом, вагами і робочим місцем маркірувальника-обліковця готових кіп. У середній частині цеху розташована третя – ділянка технічного обслуговування машин, з робочим місцем заточувальника різальних пар з доводочним ДАС-350 і точильним ТА-1 агрегатами, комплект КВЗ-1 допоміжного обладнання для заточування різальних пар, робоче місце слюсаря-налагоджувальника. За боксами для класирування вовни розміщена лабораторія для оцінювання якості вовни.

**Класирування** – це віднесення вовни цілими рунами до певних класів згідно зі встановленими стандартами.

У механізованій технології стриження овець розрізняють **звичайний і поточковий (конвеєрний)** методи.

При звичайному способі стриження стригаль зістригає руно з усієї вівці, а при поточковому конвеєрному кожен стригаль зістригає вовну з окремої ділянки тіла вівці, що підвищує продуктивність праці стригалів і знижує вимоги до їх кваліфікації.

**Технологічний процес стриження має такі операції.** Овець впускають у групові оцарки, подають на настил для стриження. Підстрижену тварину направляють в індивідуальний контрольний оцарок, а потім випускають у загальний загін.

Руно вовни охайно згортають, укладають на транспортер і подають у відділення класирування, де розвішують, класирують, визначають відсоток виходу і укладають в бокси або у візки. У міру накопичення однотипної вовни її пресують у паки, маркують і відправляють на тимчасове зберігання, а потім – на фабрику первинної обробки.

На даний час розробляють біохімічний спосіб зняття руна. Суть його в тому, що в тіло тварини вводять хімічні препарати, які тимчасово сповільнюють ріст клітин у голівках волосся, в результаті чого на ньому утворюється кільцеве потоншення, яке дозволяє зняти руно вручну або за допомогою механічних засобів.

## 26.5. Технологічний розрахунок стригального пункту для стрижень овець

Розмір стригального пункту визначають кількістю обладнаних робочих місць, тобто встановлених стригальних машинок.

Потужність пункту  $N_{СТР}$ , кВт, визначають за формулою

$$N_{СТР} = \frac{m}{Q_{СТР} \cdot T_{СТР}}, \quad (26.1)$$

де  $m$  – кількість тварин, що підлягають стрижень;

$Q_{СТР}$  – середній змінний виробіток стригалі, голів;

$T_{СТР}$  – тривалість однієї компанії стрижень при однозмінній роботі пункту, днів.

**Продуктивність стригалі**, або його годинний наробіток,  $Q_H$ , гол/год, при **індивідуальному способі** стрижень розраховують за формулою (запропонував В.І. Криснюк)

$$Q_H = \frac{3600 \cdot \eta_{P.X} \cdot \eta_{З.М} \cdot \eta_B \cdot b \cdot V_M}{S_B}, \quad (26.2)$$

де  $\eta_{P.X}$  – коефіцієнт, який враховує витрати часу на робочі проходи машинкою, визначають його так:

$$\eta_{P.X} = t_{P.X} / t_{Ч.Р},$$

де  $t_{P.X}$  – час робочих проходів, год;

$t_{Ч.Р}$  – час чистої роботи, год;

$\eta_{З.М}$  – коефіцієнт використання часу зміни, визначають



$$\eta_{3.M} = t_{ч.P} / t_{3.M} ,$$

де  $t_{3.M}$  – тривалість зміни, год;

$\eta_B$  – коефіцієнт, який враховує використання конструктивної ширини захвату ножа, визначають

$$\eta_B = b_P / b ,$$

де  $b$  – конструктивна ширина ножа, м;

$b_P$  – робоча ширина захвату різального апарата, м;

$V_M$  – швидкість переміщення машинки, м/с;

$S_B$  – площа поверхні вівці, яку обстригають, м<sup>2</sup>.

При стриженні овець **потоковим методом** годинну продуктивність,  $Q_{II}$ , гол/год, визначають за формулою

$$Q_{II} = \frac{3600 \cdot \eta_{3.M} \cdot \eta_{П.О} \cdot \eta_{ПР} \cdot \eta_B \cdot V_{M.CEP}}{S_0} , \quad (26.3)$$

де  $\eta_{П.О}$  – коефіцієнт, що враховує породу овець, стан вовняного покриву і ступінь засміченості руна,  $\eta_{П.О} = 0,26 - 0,42$  при використанні карусельної установки і  $\eta_{П.О} = 0,47 - 0,5$  при використанні верстатів-візків;

$\eta_{ПР}$  – число прийомів зняття вовняного покриву з однієї вівці,  
 $\eta_{ПР} = 4$ ;

$V_{M.CEP}$  – середня швидкість переміщення машинки, яку досягають стригалі в потоковій лінії, м/с.

## 26.6. Розрахунок стригального апарата для стриження овець

Принцип роботи різального апарата стригальної машинки подібний до роботи сегментно-пальцевого апарата жатки, теорію якого розробив академік В.П. Горячкін, а потім допрацювали академіки І.Ф. Василенко, А.Н. Карпенко та інші вчені. Обґрунтуванню конструктивних та кінематичних параметрів стригального апарата присвячено роботи В.А. Зяблова, П.Л. Полозова, Н.Д. Пруткова, К.А. Месі, П.В. Гулянського, В.Н. Крисюка та інших дослідників.

**Робочим органом, що забезпечує зрізування вовни, є різальна пара, яка зрізує вовну за рахунок створення в ній граничних дотичних напружень. Різання відбувається за типом ножиць. Різальна пара (рис. 26.2) складається з ножа і гребінки, які щільно прилягають між собою. Ніж і гребінка мають зубці з певним кроком. Ніж і гребінка мають зубці з певним кроком.**

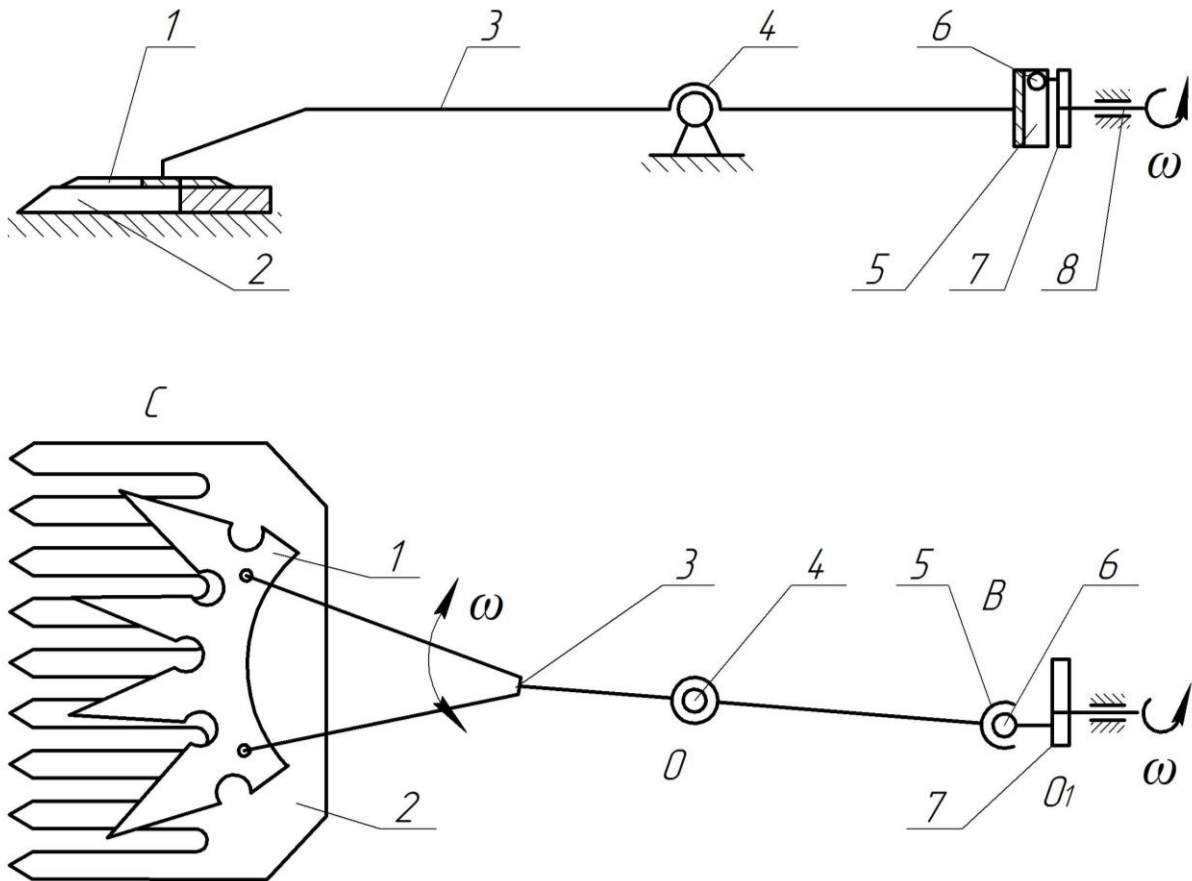


Рисунок 26.2. Схема стригальної машинки:

1 – ніж; 2 – гребінка; 3 – двоплечовий важіль; 4 – опора; 5 – паз; 6 – кульковий палець;  
7 – ексцентрик; 8 – вал привода

**Якісне зрізування вовни забезпечується при співвідношенні *ходу ножа, кроків зубців ножа і гребінки***

$$n_H = t_H = 3t_\Gamma, \quad (26.4)$$

де  $t_H$  і  $t_\Gamma$  – кроки зубців ножа і гребінки відповідно, м,  $t_\Gamma = 6,4$  мм;

$n_H$  – хід ножа.

Для здійснення процесу різання необхідно забезпечити зворотно-поступальне переміщення ножа відносно гребінки, спрямоване перпендикулярно до поступального переміщення різальної пари у напрямку зістригання вовни.

Зворотно-поступальний рух ножа забезпечується двоплечовим важелем (рис. 26.3), який приводиться в коливний рух ексцентрик. Останній перетворює обертовий рух приводного вала в коливний двоплечового важеля. Поступальний рух різальної пари забезпечується переміщенням машинки стригалем.

Стригальний апарат перпендикулярний приводній частині, його ніж здійснює навколо нерухомої опори обертово-коливальний рух, який задається кривошипно-кулісним механізмом із ексцентрик і важелем. Обертальний рух кривошипа передається через ролик, який вільно переміщується вертикальним пазом важеля. За один оберт кривошипа важіль здійснює повне коливання, а ніж – один подвійний хід.

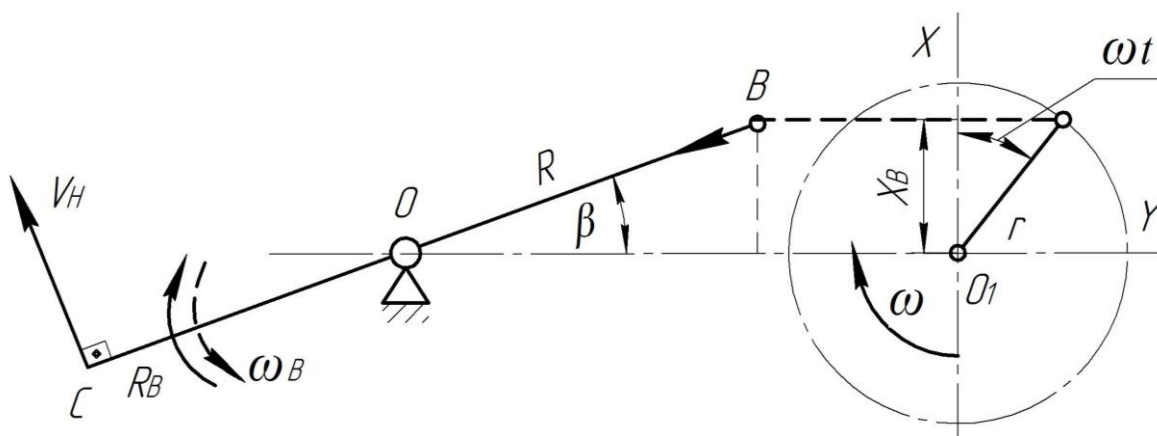


Рисунок 26.3. Розрахункова схема стригальної машинки

Швидкість руху ножа повинна перевищувати критичне значення 0,7м/с, при якому забезпечується зменшення енергетичних затрат на процес стриження. **Швидкість руху ножа**, м/с, визначають за формулою

$$V_H = \omega_B \cdot R_B, \quad (26.5)$$

де  $\omega_B$  – кутова швидкість важеля,  $\text{с}^{-1}$ ;

$R_B$  – довжина важеля (від опори до точки на лезі ножа), тобто радіус-вектор ножа, м.

Кутову швидкість важеля визначають як першу похідну від кута відхилення важеля  $\beta$  від поздовжньої осі машини

$$\omega_B = \dot{\beta}. \quad (26.6)$$

Під час обертання кривошипа точка B на важелі (див. рис. 26.3) здійснює коливання. Проекція переміщення точки B на вісь X

$$X_B = r \cdot \cos \omega t, \quad (26.7)$$

де  $r$  – радіус кривошипа, м;

$\omega$  – кутова швидкість кривошипа,  $\text{с}^{-1}$ ;

$\omega t$  – кут повороту кривошипа.

Зміна кута  $\beta$  пов'язана із переміщенням  $X_B$  залежністю

$$\sin \beta = \frac{X_B}{R} = \frac{r}{R} \cdot \cos \omega t. \quad (26.8)$$

Оскільки величина  $\beta = 3,5 \dots 4^\circ$ , то  $\sin \beta \approx \beta$ , його можна описати відношенням

$$\beta \approx \frac{r}{R} \cdot \cos \omega t, \quad (26.9)$$

то кутову швидкість важеля можна визначити

$$\omega_B = \dot{\beta} \approx \frac{r\omega}{R} \cdot \sin \omega t. \quad (26.10)$$

Отже, швидкість руху ножа із достатньою точністю визначають за формулою

$$V_H = \frac{r \cdot R_B \cdot \omega}{R} \cdot \sin \omega t. \quad (26.11)$$

Як видно з формули (26.11), кут  $\omega t$  характеризує гармонічні коливання та швидкість руху ножа, яка здійснюється за синусоїдою від початкового значення  $V_{HП}$  до кінцевого  $V_{HK}$ .

Швидкість  $V_{HK}$  для різних точок на лезі ножа різна, оскільки величина  $R_B$  для кожної точки різна.

У першого зуба ножа різання починається при незначній швидкості (рис. 26.4)  $V_{HП1}$ , а закінчується при швидкості  $V_{HK1} = 2,08 \text{ м/с}$ , у другого починається при  $V_{HП2} = 1,7 \text{ м/с}$  і закінчується при швидкості  $V_{HK2} = 2,1 \text{ м/с}$ , у третього відповідно при  $V_{HП3} = 1,73 \text{ м/с}$  і  $V_{HK3} = 1,23 \text{ м/с}$ .

Дослідженнями В.А. Зяблова встановлено, що при швидкості ножа менше  $0,7 \text{ м/с}$  (критичне значення) збільшується опір різанню. Тому таку швидкість у розрахунках розглядають як мінімальну.

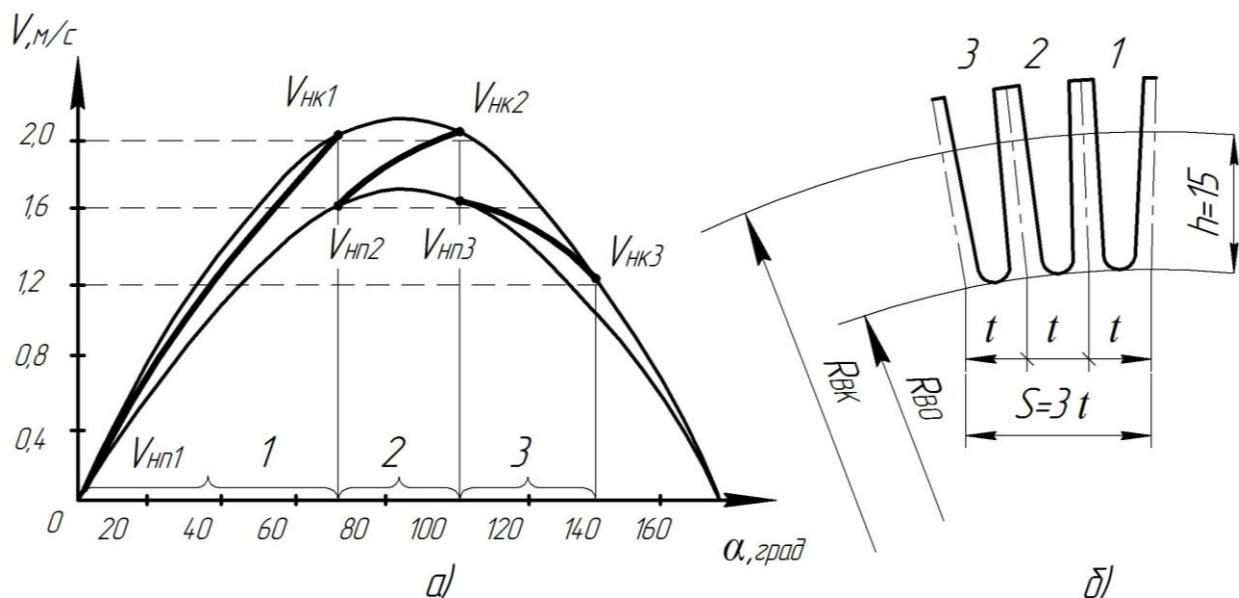


Рисунок 26.4. Графік зміни швидкості різання залежно від кута повороту кривошипа машинки (а) і схема пересування леза ножа на гребінці (б) (за П.Л. Полозовим)

Максимальної швидкості ніж набуває в середньому його положенні, коли  $\sin \omega t = 1$ , а мінімальної, яка дорівнює нулю, – у крайніх положеннях кривошипа. Це підтверджує те, що у цих положеннях ножа умови різання найгірші.

Радіус-вектор ножа в процесі різання змінюється від  $R_{B0}$  до  $R_{B\max}$ , де

$$R_{B\max} = R_B + h_H. \quad (26.12)$$

Тут  $h_H$  – висота сегмента (зубця) ножа, м.

Відповідно і швидкість різання змінюється від основи ножа до його вершини.

**Висота сегмента ножа є важливою конструктивною характеристикою різального апарата, яка залежить від швидкості переміщення машинки, частоти обертання ексцентрика, кута нахилу леза ножа до осі симетрії машинки.**

**Оптимальною висотою сегмента ножа вважається така, при якій буде мінімальна площа ділянок, де ніж здійснює повторний зріз вовни, що спричиняє утворення січки, та усуваються ділянки, де ніж не зрізує вовни.**

Важливим технологічним фактором, який впливає на якість стриження овець, є **подача**, під якою розуміють шлях, що проходить машинка за час одного ходу ножа, її визначають за формулою

$$P_H = \frac{V_M}{2n_C}, \quad (26.13)$$

де  $n_C$  – кількість подвійних ходів ножа за секунду (частота обертання кривошипа),  $\text{с}^{-1}$ ;

$V_M$  – швидкість переміщення машинки у напрямку стриження,  $\text{м/с}$ ;

Конструктивні особливості різальних апаратів машинок дозволяють досягти подачі  $P_H = 13 \text{ мм}$ . Тому швидкість руху машинки, а відповідно й продуктивність стригалля, можна підвищувати за рахунок частоти обертання кривошипа. У сучасних машинах швидкість руху сягає  $1 \text{ м/с}$ .

**Опір переміщенню машинки при робочому ході  $F_{СТР}$ , Н,** визначають за формулою

$$F_{СТР} = F_M + F_{ПР} + F_{РІЖ}, \quad (26.14)$$

де  $F_M$  – опір переміщенню машинки внаслідок тертя по шкірному покриву тварини;

$F_{ПР}$  – опір, зумовлений масою привода;

$F_{РІЖ}$  – опір різального апарата.

Опір різального апарата  $F_{РІЖ}$ , Н, залежить від конструктивних, експлуатаційних і технологічних факторів. Визначають його за формулою

$$F_{РІЖ} = \frac{36 \cdot 10^5 b \cdot V_M^{0,69} (1 + K_1 \cdot \varphi^2)}{n_C^2}, \quad (26.15)$$

де  $b$  – ширина захвату різального апарата,  $\text{мм}$ ;

$\varphi$  – кут нахилу гребінки до поверхні, що обстригається;

$K_1$  – безрозмірний коефіцієнт, який враховує геометрію різальної пари та стан вовняного покриву.

## **Лекція 27**

### **МАШИНИ ТА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ПТАХІВНИЦТВА**

- 27.1. Способи утримання різних видів птиці.**
- 27.2. Обладнання для кліткового вирощування й утримання птиці.**
- 27.3. Обладнання для вирощування й утримання птиці на підлозі.**
- 27.4. Машини та обладнання для догляду за птицею і для обробки яєць.**
- 27.5. Інкубатори та інкубація яєць.**

### 27.1. Способи утримання різних видів птиці

У птахівництві використовують *три системи вирощування й утримання птиці*:

- **екстенсивна** – система, в якій при вирощуванні та утриманні птиці не використовують механічного обладнання, птиця почувається вільно;
- **напівінтенсивна** – система, при якій технологічні процеси вирощування й утримання птиці частково механізовані, а саме, роздавання корму й водопостачання;
- **інтенсивна** – система, при якій всі технологічні процеси вирощування й утримання птиці механізовані й автоматизовані.

Існують такі **способи вирощування й утримання птиці: вільне (підлогове), табірне, вольєрне, кліткове**.

**Вільне утримання птиці** може бути *вигульним і безвигульним*.

При вигульному утриманні прилеглу до пташника територію використовують для моціону, годівлі, напування та ультрафіолетового опромінювання птиці. При безвигульному – птицю утримують у пташнику на глибокій підстилці або на планчастій чи сітчастій підлозі з підстилкою.

Підстилкою можуть бути подрібнена солома з піском, полова, тирса, стружка, соняшникове і просяне лушпиння, подрібнений торф, подрібнені стрижні кукурудзи. Утримують птицю всіх видів і віку або на глибокій, тривалий час не змінюваній підстилці (до заміни поголів'я), або на підстилці, яку періодично замінюють (як тільки вона забруднилася). Переваги застосування глибокої підстилки: немає потреби регулярного прибирання посліду і підстилки; обладнання для роздавання кормів і напування розташовують на обмеженій частині пташника.

Утримання птиці на планчастій підлозі має такі переваги: послід регулярно прибирають з-під планчастих настилів спеціальними транспортерами, що покращує мікроклімат у приміщенні; обладнання для роздавання кормів і напування простіше за будовою, немає потреби його демонтувати під час прибирання посліду.

**Підлогове утримання** застосовують для водоплавної птиці, індиків та для маточного стада при вирощуванні ремонтного молодняка курей.

**Вольєрне утримання птиці** застосовують у південних районах. Переваги: не потрібно будувати капітальних приміщень пташників, птицю можна утримувати на підстилці, сітчастих настилах і в кліткових батареях.

**Табірне утримання птиці** застосовують при встановленні сталої теплої погоди. Молодняк і доросла птиця більшу частину доби перебувають на вигулах (попередньо підготовлене – зоране, засіяне й загороджене поле) і тільки для ночівлі заходять у будиночки. Цей метод не набув великого застосування.

**Кліткове утримання птиці** – найінтенсивніший спосіб.



Курей-несучок утримують у групових або індивідуальних клітках, які з'єднують у кліткові батареї. Для молодняка птиці застосовують тільки групові клітки. Кліткові батареї можуть бути одно-, дво-, три-, чотири-, п'ятиярусні. Їх застосовують для групового утримання птиці будь-якого віку. Сучасні кліткові батареї можуть бути шести- і восьмиярусними, обслуговування їх автоматизоване. **Переваги кліткового утримання птиці:** ефективне використання площі виробничих приміщень, тобто щільність посадки птиці на одиницю площі приміщення збільшується у 2,5...5 разів порівняно з утриманням на підлозі; підвищується продуктивність птиці, а саме, з одиниці площі можна отримати більшу кількість яєць та м'яса; усувається сезонність виробництва, тобто продукцію можна отримувати рівномірно в усі сезони року з мінімальними затратами праці й невисокою собівартістю; зменшується використання кормів на виробництво одиниці продукції, підвищується продуктивність праці; покращується якість м'яса; стимулюється ріст і розвиток молодняка, що створює сприятливі умови для збереження поголів'я. **Недоліки:** необхідність підтримання тривалого світлового дня, суворе дотримання технології та санітарно-ветеринарних заходів.

Удосконалення й упровадження потокових автоматизованих технологій у виробництві яєць та м'яса птиці потребують максимальної компактності виробничих приміщень та їхнього розміщення відповідно до послідовності виробничого циклу.

**Умови реалізації сучасних потокових автоматизованих технологій у птахівництві:**

- перехід від павільйонної до компактної блочної чи моноблочної і багатоповерхової забудови;
- використання кліткового утримання птиці з високою щільністю посадки;
- заміна мобільних транспортних засобів і начіпних пересувних механізмів на території підприємства автоматизованими транспортерами;
- забезпечення безперервного ритмічного виробництва з почерговим заповненням і звільненням пташників за зміщеним графіком;
- створення потоково-автоматизованих виробничих ліній (приготування, доставка і роздавання кормів, збирання і сортування яєць, прибирання і переробка посліду тощо) на базі магістральних конвеєрів, що з'єднують кліткові батареї й окремі пташники з відповідними загальногосподарськими виробничими об'єктами;
- підвищення надійності та рівня технічної експлуатації обладнання, створення автоматизованих систем централізованого диспетчерського керування виробництвом;
- забезпечення надійного біологічного захисту птиці, який

ґрунтується на штучно створюваному мікрокліматі та проведенні профілактичних заходів.

## 27.2. Обладнання для кліткового вирощування й утримання птиці

Промислове виробництво продукції птахівництва у сучасних умовах забезпечується застосуванням прогресивних технологій із клітковим утриманням птиці.

Основне обладнання для такого утримання – **кліткові батареї**, які забезпечують як *дрібногрупове* (2...6 голів у клітці), так і *крупно-групове* (по кілька десятків голів у клітці) утримання.

Сучасні конструкції кліткових батарей змінені відповідно до удосконалення технології утримання. Кліткові батареї (рис. 27.1) поділяють *за кількістю кліток по горизонталі* – одно-, дво- і багаторядні; *за принципом взаємного розміщення кліток* – одно- та двобічні; *за розміщенням ярусів* – вертикальні, каскадні, ступінчасті.

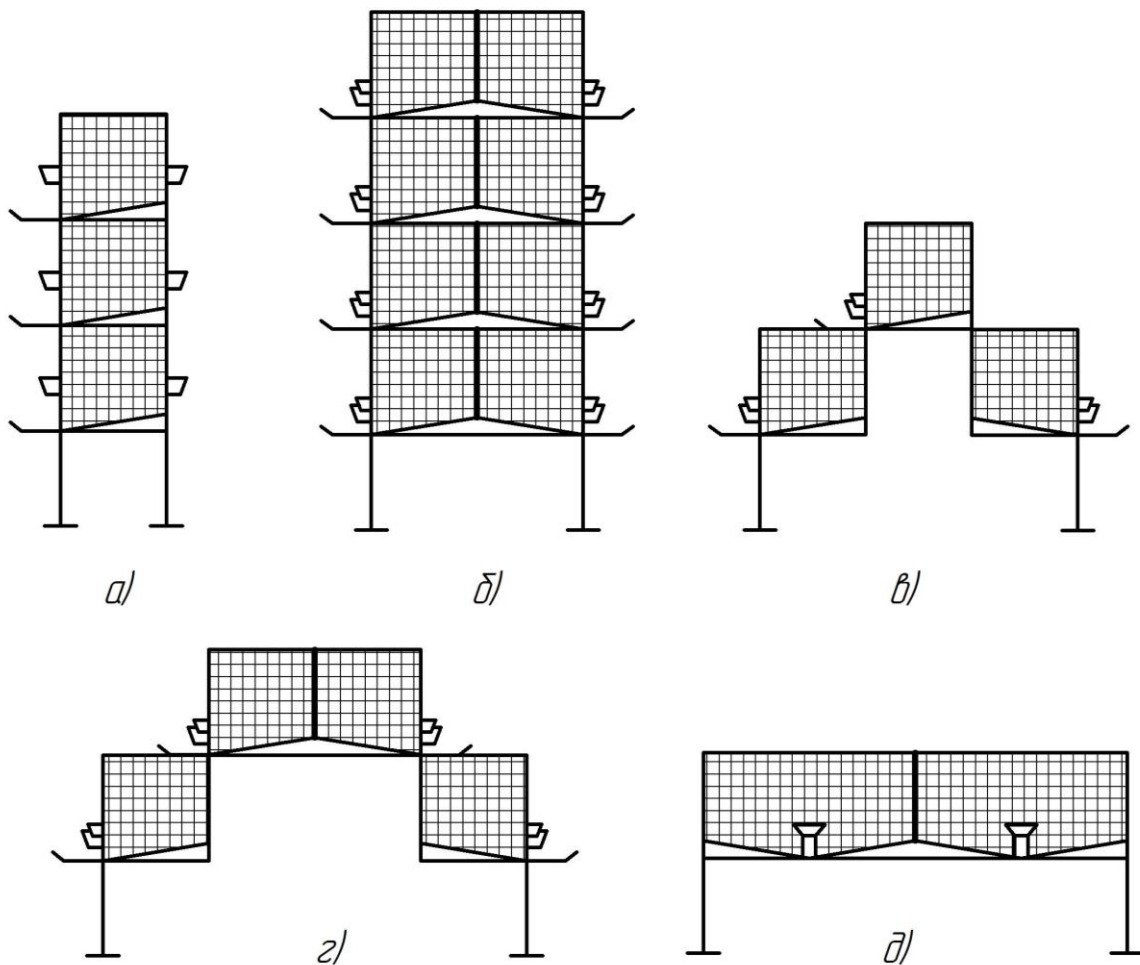


Рисунок 27.1. Схеми кліткових батарей:

а – вертикальна однорядна триярусна; б – вертикальна дворядна чотириярусна;  
в – каскадна трирядна; г – каскадна чотирирядна; д – горизонтальна чотирирядна

Промисловість випускає комплекти машин та обладнання для комплексної механізації й автоматизації виробничих процесів при утриманні птиці у кліткових батареях. Для маточного поголів'я курей разом з півнями призначені комплекти механізованого обладнання КП-15 і КП-9. Промислове стадо курей-несучок утримують в автоматизованих чотир'ярусних кліткових батареях БКН-Ф-4, триярусних каскадних БКН-3А та ін. Ремонтний молодняк від 1 до 140 днів вирощують у триярусних кліткових батареях БКМ-3В та КП-8. Комплекти обладнання двоярусних кліткових батарей 2Б-3 або триярусних БКМ-3Д застосовують для вирощування бройлерів від першого дня до забою. Селекційну роботу з породами курей яєчного напрямку проводять у кліткових батареях БКС-2.

**Кліткова батарея** – це відокремлена система сітчастих кліток для розміщення птиці, які оснащені годівницями й автонапувалками (жолобковими або краплинними).

Батарея обслуговується засобами роздавання кормів та прибирання посліду, що провалюється крізь сітчасту підлогу кліток. При утриманні курей-несучок батарею обладнують яйцезбірним транспортером.

Будова машин та обладнання при утриманні птиці на підлозі та у клітках багато в чому уніфікована.

На всіх типах підприємств із виробництва яєць і м'яса птиці годівля здійснюється сухими повнораціональними розсипними чи гранульованими комбінованими кормами, які забезпечують максимальну ефективність галузі та високу якість продукції. Приймання і зберігання комбікормів здійснюють бункерами БСК-10, ВСК-25, які мають пристрої для завантаження кормів у бункери кормороздавачів.

Для прибирання посліду з-під коробів використовують поперечні скребкові транспортери; у лініях збирання й обробки яєць використовують транспортери поздовжні й поперечні та автоматичні укладальники яєць і яйцесортувальні машини.

### ***Утримання курок-несучок***

**Комплект обладнання ККТ-2** (рис. 27.2) призначений для утримання курок-несучок у двоярусних батареях. Він складається із зовнішнього бункера приймання і зберігання кормів місткістю 15м<sup>3</sup>, ліній кліткових батарей, на каркасі яких змонтовано механізми роздавання кормів, збирання яєць, прибирання посліду й очищення напувалок. Корм роздають у годівниці ланцюговим кормороздавачем. Ніпельні напувалки встановлено у кожній клітці. Послід із короба прибирають скребковими конвеєрами. Знесені яйця поздовжніми конвеєрами переміщуються у службове приміщення. З першого ярусу вони потрапляють на поперечний стрічковий конвеєр, а з другого – елеватором опускаються на цей же

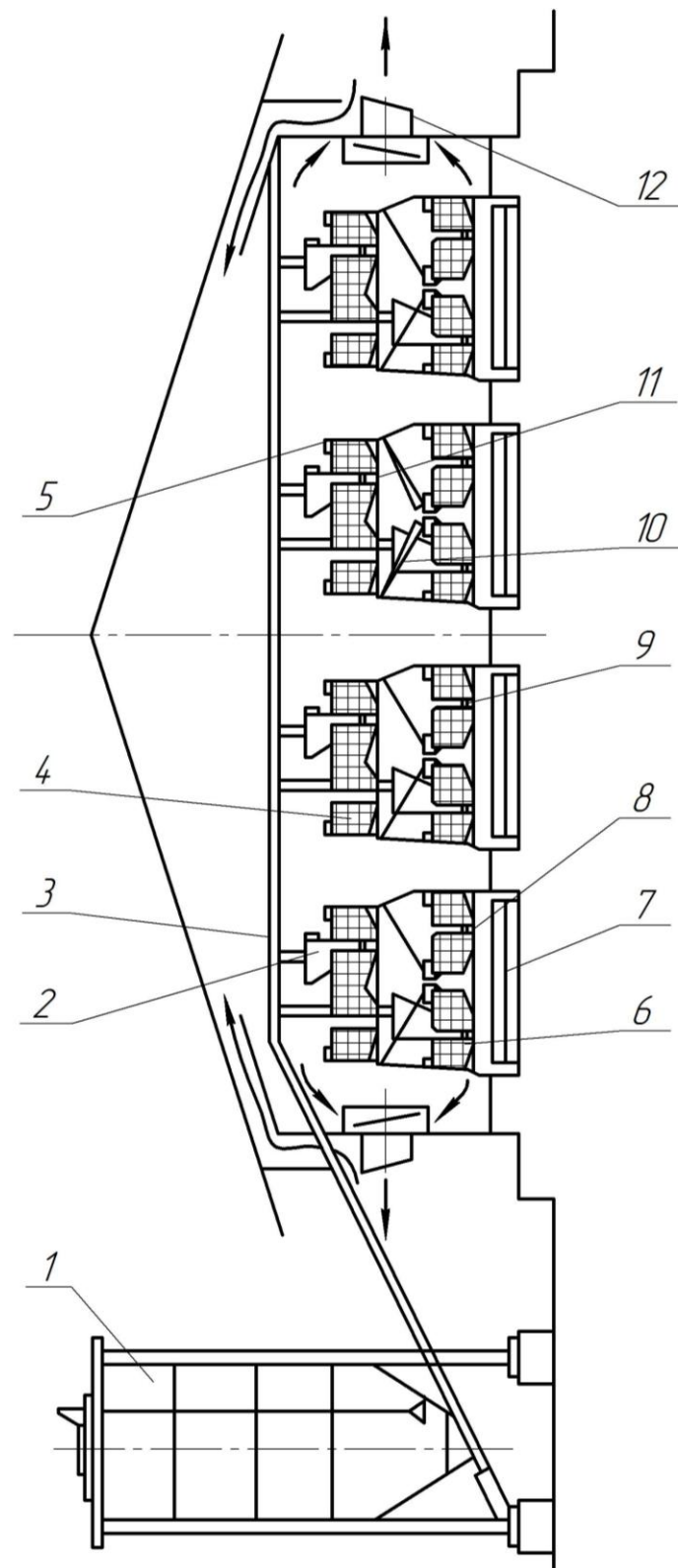


Рисунок 27.2. Поперечний перетин пташника з двоярусними клітковими батареями обладнання типу ККТ:

1 – зовнішній бункер для зберігання корму; 2 – бункер-дозатор кормороздавача; 3 – лінія завантаження кормів; 4 – верхній ярус кліток; 5 – лінія напування; 6 – нижній розділений ярус кліток; 7 – канал зі скребковим конвеєром для прибирання посліду; 8 і 11 – стрічки для збирання яєць; 9 – кормороздавальний жолоб; 10 – настил для посліду верхнього ярусу і скребок для прибирання посліду; 12 – вентилятор

конвеєр, звідки центральним елеватором подаються на стіл-накопичувач. Годівниці розміщені з обох боків батареї, в торцях якої змонтовано приводний механізм. Тяговий канат приводного механізму, який проходить через усі яруси батареї, приводить у рух скребки для прибирання посліду, кормороздавач і яйцезбірники.

**Кліткова батарея БКН-3** (рис. 27.3). Особливістю батареї є каскадне розміщення секцій, завдяки чому створено кращі умови для вентиляції й освітлення птиці, полегшується її обслуговування. Кожна секція довжиною 1,8м розділена на 4 клітки, в яких розміщено по 5 курок-несучок. Корм для птиці подають кормороздавачі – замкнені ланцюгові контури в жолобах годівниць на кожному ярусі батареї. Лінії кормороздавачів приводяться в рух від одного двигуна. Із зовнішнього бункера БСК-10 корм подається у приймач горизонтального конвеєра ТУУ-2, який пересуває його в бункери кліткових батарей. При наповненні бункера останньої батареї спрацьовує вимикач подачі корму, встановлений на стінці горловини бункера, і двигун лінії кормозавантаження вимикається. Вода із водопровідної мережі до ніпельних напувалок потрапляє з бачків постійного рівня, встановлених із двох боків на кожному ярусі кліткової батареї. Яйця з кожного яруса кліткової батареї збирають стрічковими конвеєрами, встановленими у металевих жолобах. Швидкість руху стрічок конвеєра – 0,03м/с.

Завдяки каскадному розміщенню кліток спрощується прибирання посліду. З похилих настилів послід очищають скребки полегшеної конструкції, які закріплені на канаті. Вони рухаються зі швидкістю 0,14м/с. Послід викидається у щілину між настилами по всій довжині батареї. Під батареями у траншеях переміщуються скребокві візки МПС-6Н, що видаляють послід із траншеї на поперечний конвеєр, який виносить його за межі приміщення пташника.

### ***Утримання племінної птиці та батьківського стада курей***

Батьківське стадо, яке призначене для забезпечення цеху інкубації високоякісними гібридними яйцями, утримують як на підлозі, так і в клітках. Найпростіший і найдешевший спосіб утримання селекційного стада (курей і півнів) – у клітках. **Переваги:** економічніше, оскільки місткість пташника збільшується у 2 рази; витрати праці зменшуються на 40...70% і значно покращуються умови утримання.

### ***Вирощування молодняка птиці***

Технологія вирощування молодняка птиці в кліткових батареях найперспективніша. **Переваги:** забезпечує збереження поголів'я; раціональне використання виробничої площі; раціональне споживання корму; низьку собівартість продукції. Застосовують для цього **кліткову**

**батарею КБУ-3.** Це – самостійний триярусний агрегат, обладнаний засобами механізації всіх основних процесів: роздавання кормів, напування і прибирання посліду. Годівниці жолобкові, напувалки ніпельні. Кількість корму, що надходить у годівниці, регулюють заслінками, розміщеними у дозуючих бункерах.

Курчат віком від 1 до 15...20 діб утримують на середньому ярусі батареї по 30...56 голів у клітці довжиною 900мм і по 24...27 голів у клітці довжиною 700мм. Молодняк віком 15...20 діб висаджують у клітки першого і третього ярусів.

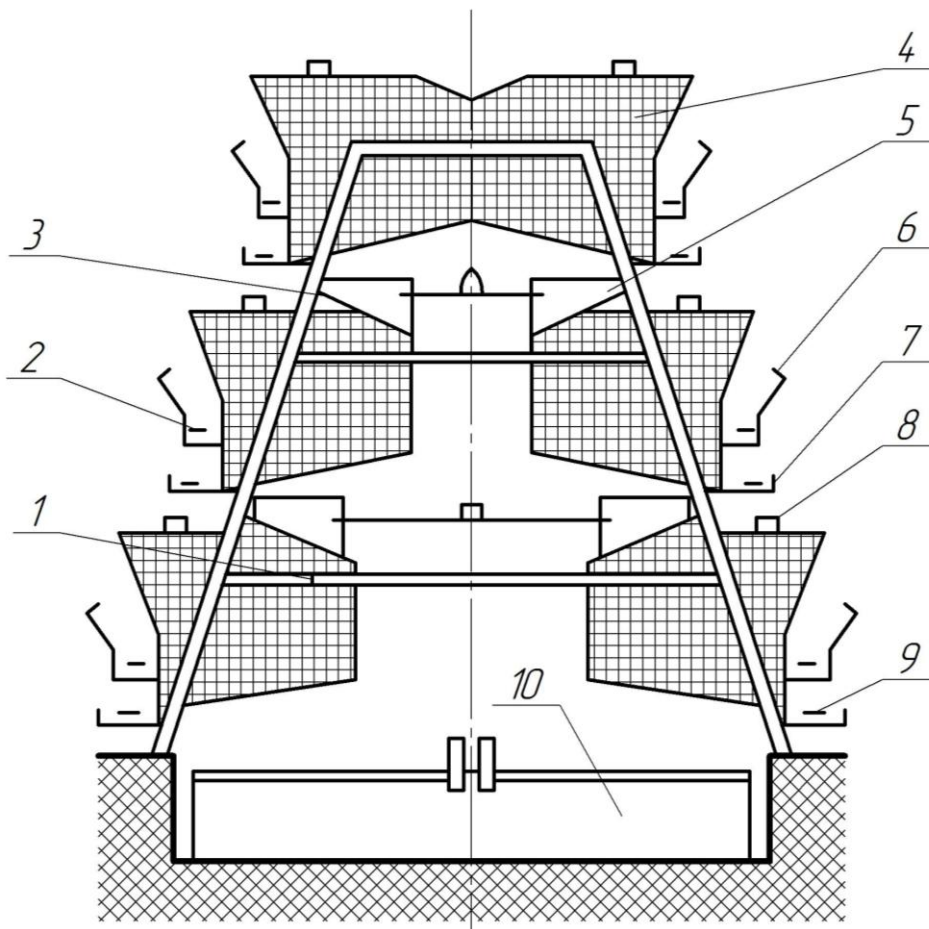


Рисунок 27.3. Поперечний перетин кліткової батареї БКН-3:

1 – каскадний щит; 2 – конвеєр роздавання кормів; 3 – скребок для видалення посліду; 4 – клітка верхнього ярусу; 5 – настил для посліду; 6 – годівниця; 7 – жолоб для збирання яєць; 8 – напувалка; 9 – стрічка конвеєра для збирання яєць; 10 – візок скребковий

**Кліткова батарея БКМ-3Б** призначена для вирощування бройлерів. Підлога у ній покрита поліетиленом. Габаритні розміри клітки, мм: довжина – 900; глибина – 600; висота – 370...400. Місткість однієї клітки – 18 курчат. Обладнання батареї – механізми та пристрої для роздавання кормів, напування птиці і видалення посліду.

Каскадне розміщення кліток у батареї комплекту БКМ-3 покращує повітрообмін, освітленість і спрощує процес вибракування молодняка. Порівняно з утриманням у батареях КБУ-3 продуктивність праці підвищується в 1,5...1,6раза, витрати праці знижуються на 36%.

### ***Зарубіжне обладнання для кліткового утримання птиці***

Сучасні комплекти обладнання для утримання промислового стада курей із клітковими батареями виготовляють багато закордонних фірм.

Кліткові батареї «UniVent» фірми «Big Dutchman» (Німеччина). До складу комплекту входить стандартний набір обладнання пташника, включаючи вентиляційно-опалювальне, вертикального типу. Дворядні кліткові батареї «UniVent» можуть постачатися з кількістю ярусів від 3 до 8. При кількості ярусів більше 5 встановлюють другий рівень обслуговування птиці. Виробляють кілька моделей кліткових батарей, що відрізняються глибиною кліток і наявністю або відсутністю вбудованих повітроводів системи підсушування посліду.

Кліткові батареї «Specht» фірми «Ten ElsenGmb & Co KG» (Німеччина) призначені для утримання промислового стада курей. До складу комплекту входять конвеєрні багатоярусні (3...6 ярусів) дворядні кліткові батареї, обладнані роздавачами кормів, ніпельною системою напування з водоуловлюючим жолобом, стрічковою системою видалення посліду, системою збору яєць та вентиляційно-опалювальне обладнання. Є дві моделі кліткових батарей: із вбудованими повітроводами і системою підсушування посліду та без неї. Система збирання яєць включає поярусні стрічкові транспортери, підйомники яєць або елеватори, поперечний планчастий транспортер із накопичувальним столом. Робота всіх механізмів, у тому числі системи мікроклімату, здійснюється в автоматичному режимі за командою комп'ютерного пристрою.

Фірма «Hellmann Poultry Gmb & Cj KG» (Німеччина) випускає кілька моделей кліткових батарей із супутнім обладнанням для утримання промислового поголів'я курок-несучок. Усі моделі дворядні, мають ярусне компонування, кількість ярусів може складати від 3 до 8. Батареї оснащені ланцюговою системою кормороздачі, ніпельними напувалками з медикаторами і краплеуловлюючим жолобом. Напувалки встановлені на центральній осі кожного ярусу батареї між суміжними рядами кліток. Система прибирання посліду стрічкова із підсушуванням або без нього. Система підсушування включає нагнітальний вентилятор, теплообмінні труби, що монтуються над клітковими батареями, розподільні колектори, вмонтовані повітроводи. Повітроводи можуть монтуватися у верхньому положенні, виконуючи функції задньої стінки кліток або в нижньому положенні (нижче підлоги). Моделі як з умонтованими повітроводами, так

і без них можуть бути з глибиною кліток 500, 550 і 600мм, довжиною кліток 502,5 і 602,5мм, поперечними перегородками, виготовленими зі сталевोї оцинкованої сітки або перфорованого сталевого оцинкованого листа.

Комплекти обладнання КП-12Л і КП-12ЛМ (ВАТ «Пятигорсксельмаш», Росія) призначені для використання у типових пташниках шириною 12 і 18м, довжиною 72, 84 і 96м для утримання промислового стада курок-несучок. До їх складу входять бункери БСК-10 для кормів, транспортер поперечний кормовий ТУУ-2, кліткові батареї, поперечні стрічкові транспортери посліду, електрообладнання.

Кліткові батареї КГ1-12Л і КП-12ЛМ дворядні, постачаються переважно в 4-ярусному виконанні, можуть бути виготовлені 2-х і 3-ярусними. Обладнані мобільними бункерними роздавачами кормів, стрічковою системою видалення посліду без підсушування, ніпельними напувалками з краплеуловлювачами і системою підготовки води з медикаторами, системою механізованого збирання яєць. Контроль за роботою кожного механізму здійснюється спеціальними приладами, що передають інформацію на дисплей диспетчерові підприємства або обслуговуючому персоналу. Фіксуються такі важливі параметри, як кількість витрачених корму, води, електроенергії, кількість знесених яєць, температура і вологість повітря як у пташнику, так і безпосередньо в клітках.

Комплекти фірми «Zucati» (Іспанія) призначені для утримання промислового поголів'я курок-несучок. До їх складу входить весь необхідний набір обладнання пташника. Дворядні кліткові батареї монтуються з кількістю ярусів від 1 до 8. Для їхнього збирання не потрібні складальні вироби. Стійки батареї виготовлені зі сталевих оцинкованих труб і мають телескопічне з'єднання з аналогічною стійкою наступного ярусу. Поперечні перегородки кліток виконані зі сталевих листів з круглими перфорованими отворами, мають антикорозійне покриття. Кліткові батареї оснащені ніпельними напувалками з водозбірними жолобами, мобільними бункерними роздавачами кормів із дозаторами, що активуються спеціальним роликом, який котиться по краю годівниці. Ємність бункерів дозволяє здійснювати роздавання корму в кліткових батареях довжиною до 180м. Кожен бункер кормороздавання має відцентровий вентилятор, що спрямовує потік повітря на яйцезбірну стрічку, видаляючи пил з яєць. Кліткові батареї можуть оснащуватися ланцюговим кормороздавачем, при цьому кожен його ярус має окремий привод. Послід збирається стрічкою, яка може постачатися як із системою підсушування, так і без неї. Вологість посліду, що видаляється, 60...65%. Збирання яєць здійснюється за допомогою системи поздовжніх і поперечних транспортерів Multi-Tieg з лічильником яєць.



У батареях Modified Enriched Cages для утримання промислового стада курей замість традиційного кліткового утримання пропонується використовувати помісне, на багатоярусних підлогах (тобто вольєрне), вигульне утримання та утримання у так званих «оснащених» або «збагачених» клітках. Такі клітки обладнані сідалами, ванною з підстилкою, гніздом для знесення яєць. Площа підлоги клітки не менше  $600\text{см}^2/\text{гол}$ , площа ареалу під гніздо і ванну з підстилкою – не менше  $150\text{см}^2/\text{гол}$ . Кури повинні утримуватися у групі не менше, ніж по 5 голів.

Під час експлуатації «оснащених» кліткових батарей виявлено такі недоліки: погіршення економічних показників через зниження щільності посадки птахів; збільшення витрат кормів; зниження продуктивності та збереження птиці; збільшення кількості забруднених яєць.

Таке обладнання виготовлене відповідно до директиви Європейського співтовариства від 19 липня 1999 р., згідно з якою у країнах ЄС заборонено використовувати для утримання курок-несучок кліткові батареї традиційної конструкції, що не забезпечують реалізацію біологічної схильності й особливостей природної поведінки птиці.

### **27.3. Обладнання для вирощування й утримання птиці на підлозі**

При вирощуванні та утриманні птиці на підлозі використовують різні комплекти обладнання, призначені для вирощування птиці на м'ясо, ремонтного молодняка, утримання курей-несучок. Залежно від цього використовують різні види годівниць, поїлок, обладнання для транспортування корму, підведення води.

При підлоговому утриманні на глибокій підстилці з комплексною механізацією і автоматичним керуванням процесами виробництва у пташниках застосовують комплекти обладнання ЦБК-12А та ЦБК-18А, які розраховані для приміщень шириною відповідно 12 та 18м і обслуговують 20,4 та 30 тис. голів птиці.

Комплекти обладнання дають змогу комплексно механізувати виробничі процеси у пташниках з вирощування курчат на м'ясо, починаючи з добового віку й до досягнення забійної маси у віці 70...90 днів, при бездозованій годівлі сухими повнораціонними кормами.

Для вирощування ремонтного молодняка курей на підлозі призначені комплекти обладнання КРМ-П і КРМ-18,5 (рис. 27.4).

Для місцевого обігрівання птиці у перші тижні життя (від 1 до 30 днів) використовують електричні брудери БП-1 і БУ-1.

Брудер БП-1 (рис. 27.5) – це парасолькоподібна конструкція шестигранної форми, виготовлена зі сталевого оцинкованого листа. Він має вентиляційні вікна та пристрій для зміни висоти підвішування. Розміри брудерів – 1900x1650x1000мм. У верхній частині на бічних стінках змонтовані чотири електричні нагрівальні елементи (ТЕНИ)

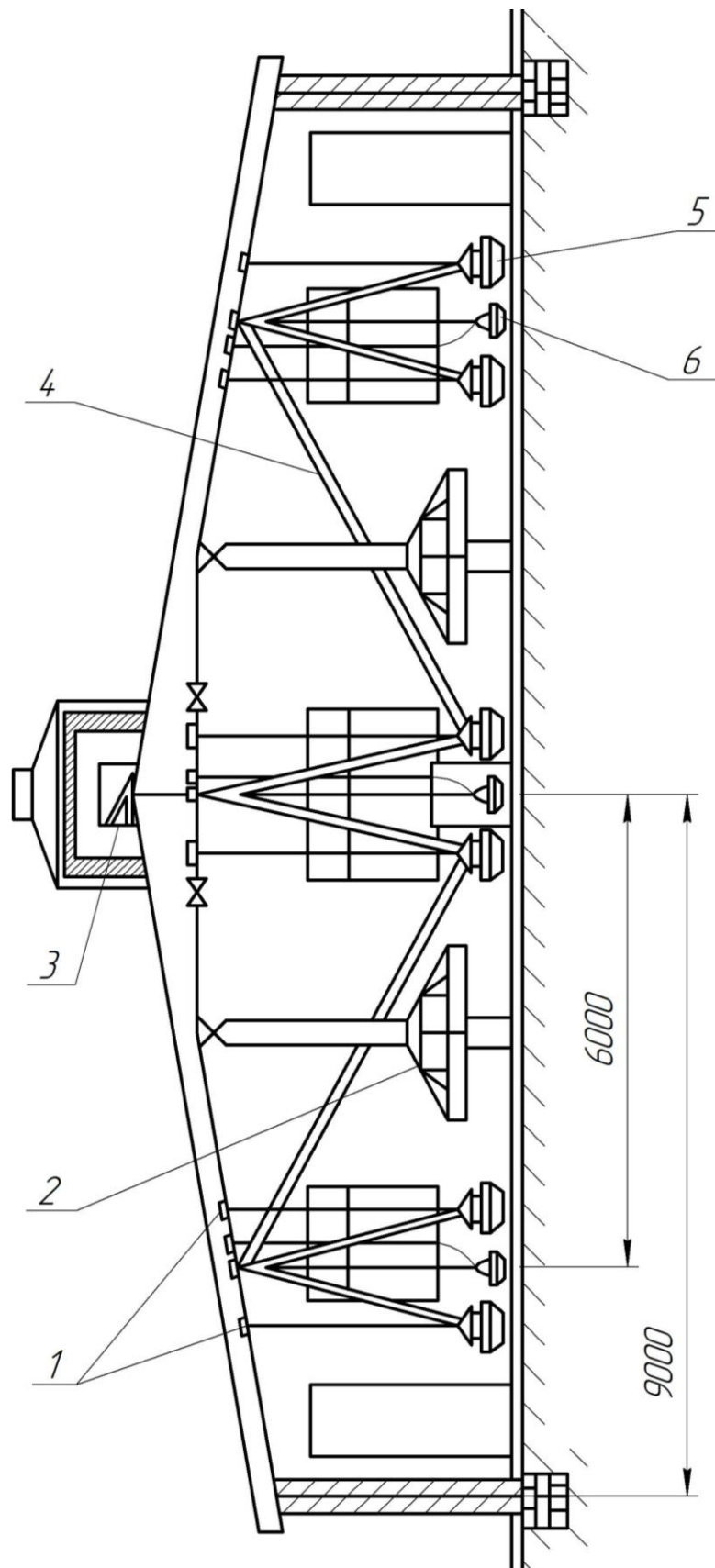


Рисунок 27.4. Схема розміщення обладнання КРМ-18,5:  
 1 – система підвішування; 2 – електробрудер БП-1; 3 – система напування;  
 4 – кормопровід; 5 – бункерна годівниця; 6 – чашкова напувалка

загальною потужністю 1кВт. Електробрудери розраховані на живлення від електричної мережі напругою 220В. На спеціальних кронштейнах встановлено лампу освітлення, сигнальну лампу та запобіжник. Задана температура  $+23...+38^{\circ}\text{C}$  підтримується теплорегулюючим пристроєм. Кожен брудер обігрівас 500...600 курчат. Висоту установки брудерів від рівня підлоги регулюють спеціальною підвіскою з противагою.

Для того, щоб курчата поступово звикли до основного обладнання, після семи днів бункерні годівниці опускають вниз і підсипають у них корм, чашкові напувалки також опускають вниз і включають у роботу. Після 30-денного віку годівлю курчат здійснюють основним технологічним обладнанням.

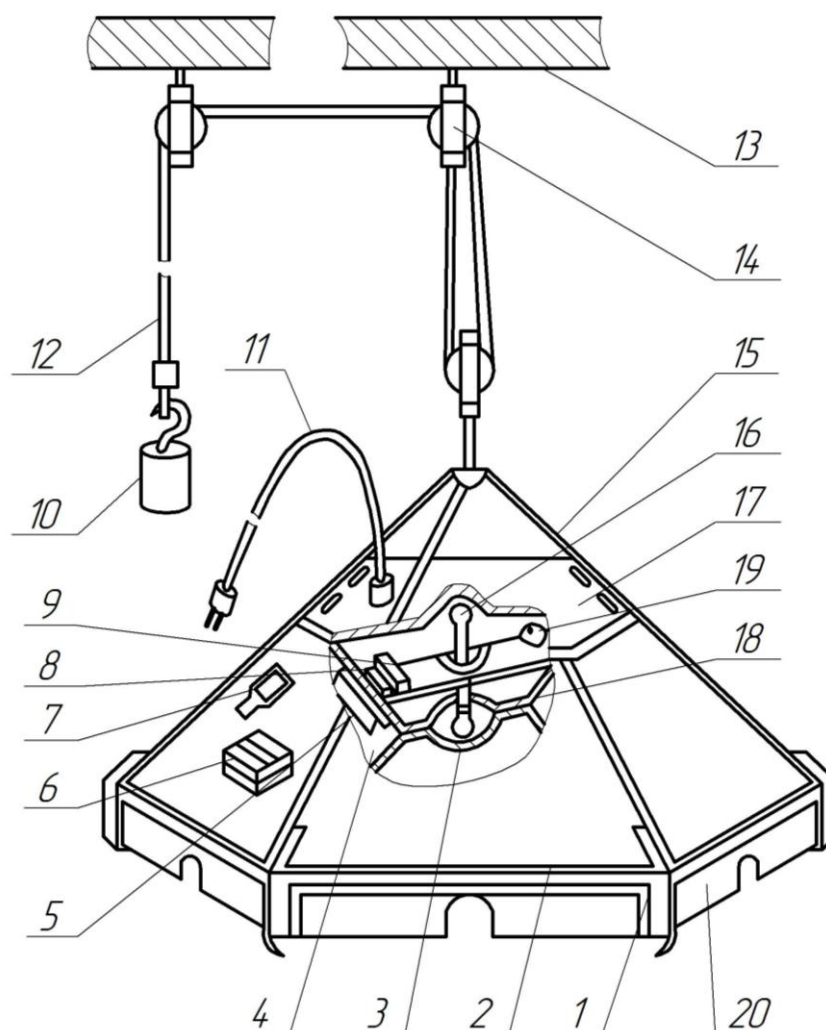
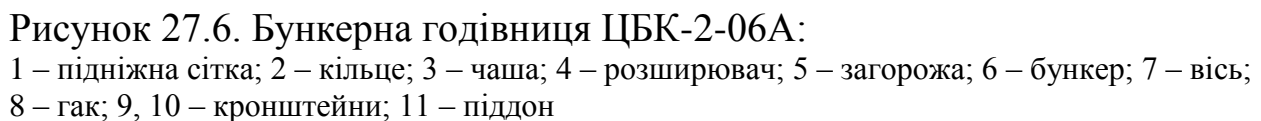


Рисунок 27.5. Схема електричного брудера БП-1:

1 – стояк; 2 – боковина; 3 – освітлювальна лампа; 4 – відбивач; 5, 18 – нагрівальні елементи; 6 – температурне реле; 7 – клапан; 8 – рама; 9 – клемний пакет; 10 – противага; 11 – провід; 12 – трос; 13 – балка; 14 – блок; 15 – тяга; 16 – сигнальна лампа; 17 – кришка; 19 – запобіжник; 20 – шторка

Бункерна жолобкова годівниця (рис. 27.6) складається з бункера, двох решітчастих загородок і лотка. У середній годівниці – один бункер, а в кінцевій – два. Годівниця прикріплена до кормопроводу незалежно від лотків. Лоток складається з жолоба та двох торцевих стінок.



Підвісні годівниці КЦБ-2 (рис. 27.7) використовують для мінерального підкорму та гравію, які вручну періодично завантажують у бункер.

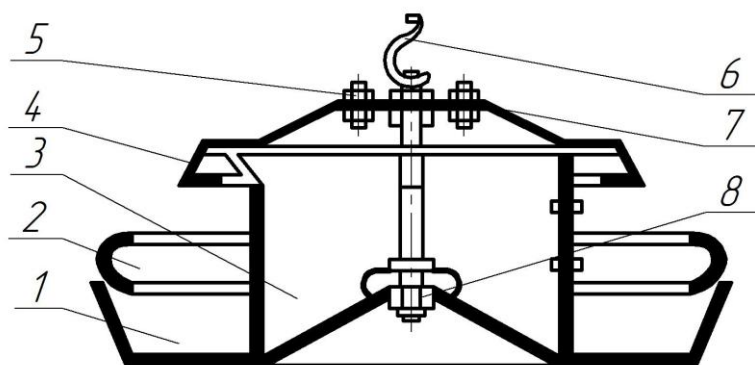


Рисунок 27.7. Годівниця для мінерального підкорму і гравію КЦБ-2А:

1 – піддон; 2 – кільце; 3 – бункер; 4 – козирок; 5 – вісь; 6 – гак; 7 – кронштейн;  
8 – різьбове з’єднання

**Комплекти обладнання ЦБК-10В і ЦБК-20В** призначені для вирощування бройлерів віком від 1 до 60 діб при утриманні на глибокій підстилці й годуванні сухими повнораціонними кормами.

Комплект ЦБК-10В розрахований на обслуговування 10 тис. бройлерів у пташниках шириною 12м, а ЦБК-20В – на обслуговування 20 тис. бройлерів у пташниках шириною 18м.

Для обігрівання курчат до 30-денного віку по всьому пташнику розвішують електричні брудери з розрахунку 1 на 500 курчат. Усі роботи, пов’язані з годуванням і напуванням курчат до 20-денного віку, не механізовані.

**Комплекти обладнання КМК-7 і КМК-4** використовують для утримання курок-несучок на підлозі.

Машини та обладнання, які входять до комплектів, забезпечують приймання, зберігання й роздавання кормів годівницями; напування птиці; прибирання посліду із коробів із завантаженням у транспортні засоби. Збирання яєць здійснюють вручну із гнізд-секцій СГД. Кожне гніздо-секція складається з 14 індивідуальних гнізд, розміщених у два яруси.

У пташнику є шість ліній підвісних бункерних годівниць і три лінії напувалок. У систему напування входить бак з клапанами для зниження магістрального тиску й підтримання постійного рівня води і чашкові автонапувалки з’єднані з трубами й підвішені на шнурках до системи підвіски.

Дротяна підвіска – це сукупність ліній із дроту діаметром 6мм, протягнутих під стелею і закріплених у торцевих стійках пташника натяжними гвинтами.

Система збирання яєць складається з двох ліній гнізд-секцій.

Зовнішній бункер для зберігання тимчасового запасу сухих кормів завантажують кормом періодично. Із бункера корм конвеєром подається у бункер-живильник кормороздавача, а звідти тросошайбовим конвеєром через систему трубчастих кормопроводів – послідовно у кожну годівницю.

Послід із каналів прибирають так: один скребковий візок виконує робочий хід, подаючи слід до поперечного скребкового конвеєра, який вивантажує його у транспортні засоби, а другий переміщується вхолосту.

Шафа керування кормороздачею розміщена у службовому приміщенні, а шафа керування механізмами прибирання посліду – біля приводних станцій цього обладнання.

При утриманні птиці на утепленій підлозі комплексну механізацію з частковою автоматизацією виробничих процесів забезпечують такі комплекти обладнання:

- для маточного стада курей яєчних та м'ясних порід (КМК-12 і КМК-18), індиків (ИВС-1,8), качок і гусей (КНУ-3, КНУ-5);
- для ремонтного молодняка курей (КРМ-12 та КРМ-18), індиків (ИРС-2,3), качок і гусей (КРУ-3,5, КРУ-8);
- для вирощування на м'ясо бройлерів (ЦБК-12А, ЦБК-18А), індичат (ИМС-4,5), каченят і гусенят (КМУ-10, КМУ-15).

Курчат-бройлерів від 1 до 56 днів вирощують на сітчастій підлозі у пташниках, які оснащені технологічним комплектом К-П-5, а маточне стадо курей м'ясних порід – за інтенсивною технологією на сітчастій підлозі у поєднанні з глибокою підстилкою при обмеженій годівлі у пташниках з комплектом обладнання К-П-11. Видалення посліду з короба, який розміщений під сітчастою підлогою, забезпечується скребковим транспортером.

Утримання курей на глибокій підстилці має суттєві недоліки:

- необхідно мати достатню кількість якісного підстилкового матеріалу;
- кури часто несуть яйця поза гніздом, при цьому погіршуються харчові та інкубаційні властивості яєць у результаті забруднення, а на їх збирання витрачається багато праці;
- значно погіршується мікроклімат у приміщеннях, а постійний контакт птиці з послідом створює умови для виникнення різних захворювань;
- знижується ефективність засобів механізації й автоматизації, підвищується собівартість продукції.

Утримання промислового стада яєчних курей на *багатоярусних сітчастих або планчастих підлогах* використовують у багатьох країнах Європи (Швейцарія, Данія, Австрія, Великобританія, Нідерланди, Швеція та інших) як альтернативу традиційному клітковому утриманню. Ця система забезпечує майже таку ж щільність посадки, як і кліткове утримання, і має кращі економічні показники порівняно з утриманням птиці на підлозі.

Утримання курок-несучок на багатоярусних підлогах (aviary systems) краще відповідає вимогам директиви ЄС щодо умов утримання птиці. Обладнання для утримання курей на багатоярусних підлогах виготовляють європейські компанії «Big Dutchman», «Jensen», «Laso», «Vencomatic», «Volito» та ін. Воно значно відрізняється компонованням, конструктивними особливостями й основними параметрами, але, подібно комплектам кліткового обладнання, містить: бункери для збереження запасу кормів, транспортери для транспортування кормів до кормороздавальних пристроїв, кормороздавальні пристрої, напувалки, гнізда для яєць, засоби механізованого збирання яєць, видалення посліду, батареї багатоярусних підлог.

Застосовують в основному дво- і триярусні підлоги у поєднанні з покритим підстилкою простором або планчастими підлогами пташника. У кормороздавальних пристроях найбільшого поширення набули ланцюгова та спіральна системи кормороздавання, а також мобільні бункерні роздавачі. Напувалки найчастіше застосовують ніпельні з краплеуловлюючими або водоуловлюючими жолобами, мікрочашкові та чашкові. Гнізда можуть бути вбудовані у батареї багатоярусних підлог або встановлюватися окремо від них.

**Головні недоліки:** великі питомі витрати кормів; більша кількість забруднених яєць; частина яєць відкладається поза гніздами; ускладнюється догляд за птицею.

#### **27.4. Машини та обладнання для догляду за птицею і для обробки яєць**

**Машини для вивантаження підстилки з пташників.** Використовують бульдозери, високопродуктивні машини для навантаження злежалих сипучих матеріалів типу МВС-3М, МВС-4 і МГУ, мобільні транспортні засоби (автомобілі або трактори з причепами).

**Машини для транспортування посліду.** Від пташників послід натуральної вологості вивозять за допомогою автосамоскидів, тракторних самоскидних причепів типу 2ПТС-4, 2ПТС-6, ММЗ-768, ММЗ-771; на причепах-платформах з механізмами розвантаження 1-ПТС-9 або 3-ПТС-12 у контейнерах. Для транспортування рідкого посліду використовують розкидувачі рідких добрив типу РЖТ-8, МЖТ-10, РЖТ-16 (ємністю відповідно 8, 10 і 16м<sup>3</sup>), що агрегатуються з тракторами Т-150К і К-701, ІРЖУ-3,6 ємністю 3,6м<sup>3</sup> на базі автомобіля ГАЗ-53.

**Машини для миття яєць.** Для вологого очищення, дезінфекції та подальшого сушіння яєць використовують машини М-4М, ЯМ-3000М,

ЯМУ і ЯМУ-18-10А та ін. для миття яєць. Конструктивно перші три типи машин виконані за такою схемою: на станині встановлені механізми для миття (зволожувач-патрубок з отворами і циліндричною щіткою), сушіння (шнек подачі, циліндрична щітка і лоток), транспортер і привод з пуско-захисною апаратурою. До складу машини ЯМУ для миття яєць входить також електрокалорифер потужністю 25кВт і трубчасті електронагрівачі потужністю 10,5кВт. Машина ЯМУ-18-10А складається з агрегату для миття яєць, блока сушіння, стола приймального, електрообладнання. Ця машина – це зварна конструкція-каркас, що має водяний бак, відстійник і піддон. Роликовий шестирядний транспортер переміщує яйця через зони миття і сушіння. Миючий розчин помпою подається на щітки. Блок сушіння складається з вентилятора і повітровода з дифузорею. Укладальник використовують для перекладання яєць на роликовий транспортер.

#### **Автомобілі для перевезення яєць, добових курчат і живої птиці.**

Для перевезення яєць і добових курчат віком до 3 діб застосовують спецавтомобілі моделей 37161 і 5702; живої дорослої птиці (у тому числі бройлерів) – 5703. Усі спецавтомобілі обладнані системами обігрівання й вентиляції кузова, а також приладами, що контролюють стан мікроклімату, розміщеними на приладовому щитку у кабіні водія. Спецавтомобілі найефективніше використовувати при перевезеннях на значні відстані. При перевезеннях на території господарства можна використовувати спеціальні контейнери, що встановлюються навантажувачами на пристосовані причіпні тракторні візки або автомобілі загального призначення.

**Машини для сортування та обробки яєць.** Для сортування та обробки яєць використовують машини ЯС-1, МСЯ-1М, ЯСМ-2, лінії обробки яєць ЛОЯ-7,2, ЛСОЯ-2х2, ЛОЯ-4, що постачалися птахівницьким господарствам до початку 90-х років і значна кількість яких збереглася дотепер. Нині птахівничі господарства України почали використовувати високопродуктивне обладнання виробництва західноєвропейських фірм.

Машина ЯС-1 призначена для сортування яєць за масою на три категорії і їхнє маркування з позначенням категорії й дати. На корпусі машини встановлено: навантажувач, транспортер із завантажувальним столом і овоскопом, ваговий механізм, механізми маркування, приводи і пристрої для керування. Некондиційні яйця відбирають вручну.

Продуктивніша й досконаліша установка МСЯ-1М включає дві установки, подібні до ЯС-1, має аналогічні складові й виконує ті ж операції, але з поділом яєць на п'ять категорій. Сортувальні столи приставлені до корпусу машини по обидва боки, і яйця йдуть на сортування двома потоками.



Машина ЯСМ-2 виконує автоматичне сортування і маркування яєць з продуктивністю, що дорівнює продуктивності МСЯ-1М, але з меншою кількістю обслуговуючого персоналу. Вручну виконують такі операції: завантаження приймального транспортера (за допомогою ручного перекладача, розрахованого на 10 яєць), вибраковування некондиційних яєць. Основні вузли машини ЯСМ-2: станина, приймальний транспортер, освітлювальний блок, кабіна, розподільні й роздавальні механізми, механізми переміщення, зважування, маркування яєць, привод і пульт керування електрообладнанням.

Лінії ЛОЯ-7,2, ЛСОЯ-2х2, ЛОЯ-4 для обробки яєць призначені для автоматичного миття, сушіння, овоскопіювання, сортування їх за масою, маркування та укладання (ручне) у тару. До складу ліній входять: ручні перекладачі яєць, приймальні транспортери, установки для миття яєць, пристрій для овоскопіювання, лічильники, механізми для сортування і маркування, виносні транспортери, приймальні столи й електрообладнання.

**Обладнання для глибокої переробки яєць.** Значну частину яєць реалізують не у цілому вигляді, а переробляють у різні напівфабрикати. Сухі яйцепродукти зручні для збереження, транспортування й застосування. Вони користуються великим попитом у населення, підприємств громадського харчування та різних галузях харчової промисловості, а також є перспективним продуктом експорту. Основним виробником обладнання для глибокої переробки яєць в Україні є АТБТ «Донецький завод «Продмаш»». Для виробництва сухих яйцепродуктів (сухого яєчного порошку, білка і жовтка) це підприємство випускає 5 типорозмірів сушильних установок. Сушіння рідких яєчних продуктів в установках здійснюється у віброкиплячому шарі інертного матеріалу (фторопластові кубики з розміром грані 4мм).

До складу установок входить таке обладнання: приймальні й видаткові баки, фільтри для вихідного продукту, центрифуги, насоси, сушильні камери, вентилятори (нагнітальний і відсмоктувальний), циклони з бачками для збирання сухого продукту, засоби автоматизації.

Цей же завод випускає установки ІІ-ФЛМ і ІІ-ФЛМ1, призначені для виробництва рідких яйцепродуктів (пастеризованих білків і жовтків та ін.). Установки виконують такі операції: миття, дезінфекцію й просушування поверхні шкаралупи цільних яєць, розбивання яєць, поділу вмісту яєць на білок і жовток, їхню гомогенізацію, відокремлення від шкаралупи залишків білка (установка ІІ-ФЛМ1), транспортування яйцепродуктів, пастеризацію та упакування білка і жовтка.

## 27.5. Інкубатори та інкубація яєць

**Інкубація яєць** – процес створення оптимальних температурно-кліматичних умов для нормального розвитку зародка в період інкубації.

Інкубація є природна і штучна. **Фізичні умови інкубації:**

**1. Тривалість інкубації.** Різна для різних видів птиці: а) для курчат – 21 доба; б) для каченят – 28 діб; в) для гусенят – 30 діб.

**2. Розмір інкубаційної групи:** при штучній – до 150 тис.шт., природній – 10...20 шт.

**3. Температурний режим.** Для нормального розвитку ембріонів температура повітря повинна бути в діапазоні від +35,6 до +39,7°C. При штучній інкубації вона постійна, при природній – змінна.

**4. Відносна вологість повітря.** Оптимальною прийнято вважати відносну вологість в діапазоні 40...60%. В інкубаторах цей параметр регулюється, у природних умовах залежить від кліматичного фону.

**5. Повітрообмін.** Швидкість руху повітря біля яєць у промислових інкубаторах коливається від 0,1 до 0,52м/с, у природних умовах – 0.

**6. Способи повертання яєць.** Положення яєць при штучній інкубації може бути горизонтальне й вертикальне, у природній – горизонтальне. При горизонтальному положенні їх періодично обертають навколо довгої осі на кут приблизно 180°, при вертикальному – нахиляють довгу вісь в обидва боки від лінії дії сили тяжіння в одній або кількох площинах. Повертання яєць в інкубаторах виконують 24 рази на добу, у природних умовах – нерегулярне повертання.

**7. Спосіб обігрівання яєць** – конвективний теплообмін, у природних умовах – контактний.

**Інкубатори.** Найбільшого поширення в Україні набули інкубатори «Універсал» різних модифікацій (ІУП-Ф-45, ІУВ-Ф-15), частка яких складає близько 90% усього парку промислових інкубаторів в Україні. На даний час птахівницькі підприємства почали використовувати інкубатори та інше обладнання, пов'язане з інкубацією яєць, провідних західних виробників «Petersime» (Бельгія), «Jamesway» (Канада), «Pastefom» (Нідерланди) тощо. Розпочато також виробництво вітчизняних інкубаторів (ТОВ «ІНКІ», м. Зміїв Харківської області).

**Інкубатор «Універсал 55».** Призначений для інкубації і виведення усіх видів сільськогосподарської птиці. До комплекту інкубатора входять три інкубаційні камери в одному корпусі та одна вивідна камера.

**Інкубатори універсальний попередній ІУП-Ф-45 та вивідний ІУВ-Ф-15** призначені відповідно дня інкубації яєць і виведення молодняка усіх видів сільськогосподарської птиці. Це окремі машини, що можуть постачатися незалежно один від одного і є удосконаленим варіантом інкубатора «Універсал-55».

**Інкубатор попередньої інкубації ІУП-Ф-45** складається з трьох автономно працюючих камер в одному корпусі, єдиного механізму повороту лотків та електрообладнання. У кожній камері інкубатора є барабан із лотками, вентилятор, системи: обігрівання, охолодження, зволоження, керування та аварійного охолодження. Поворот яєць здійснюється щогодини. Порівняно з інкубатором «Універсал», у цій конструкції збільшені частота обертання вентилятора, потужність нагрівачів, введена система водяного охолодження, завантаження шаф одноразове. Інкубатор оснащений системою автоматизованого контролю та підтримання технологічних режимів інкубації. Система забезпечує контроль поточних і заданих показників температури, вологості, режимів роботи всіх систем інкубатора. Цілодобовий контроль можна здійснювати з робочого місця оператора, де забезпечується візуальна інформація в реальному часі.

**Інкубатор вивідний ІУВ-Ф-15** істотно відрізняється від вивідної шафи інкубатора «Універсал-55». Його місткість складає 16 000 курячих яєць, що розміщуються в 112 вивідних лотках на чотирьох візках. Вивідні лотки виконані з дротяної сітки з розміром вічок 10x10мм. Корпус інкубатора не має панелі підлоги. Для охолодження, зволоження повітря та видалення пилу на задній панелі інкубатора змонтований відкритий теплообмінник, там же розташований вентилятор.

**Інкубатори «Petersime».** Компанія «Petersime» (Бельгія) є одним із провідних світових виробників інкубаторів та їх обладнання. Виготовляє інкубаційні та вивідні машини різної ємності, одноразової або багатостадійної закладки. Загороджувальні панелі інкубаційних шаф виконані з високоякісних матеріалів, сертифікованих для застосування в харчовій промисловості, основні металеві деталі виконані з нержавіючої сталі. Інкубаційні лотки встановлюють у спеціальних візках, що вкочуються в інкубаційну шафу й автоматично приєднуються до поворотного пристрою. Місткість одного інкубаційного лотка – 150 яєць, одного візка – 28 або 32 лотка (4200 або 4800 яєць). Привод поворотного пристрою може бути пневматичний або електромеханічний. Обігрівання шаф здійснюється електричними нагрівальними елементами. Охолодження повітряно-водяне, вентиляторам, що проганяють повітря крізь трубчасті мідні теплообмінники, якими пропускається вода. Вентилятори разом з теплообмінниками розташовані між візками з лотками у напрямку від передньої до задньої панелі інкубаційних шаф. Зволоження повітря в інкубаторах здійснюють зволожувачі дискові (набір пластикових дисків, розташованих на загальній осі, які повільно обертаються у циліндричній ванночці з водою) або розпилювальні (форсунки, що працюють при подаванні стисненого повітря). Інкубатори обладнані системою керування процесами інкубації Vision (дисплейна) або Analog (аналогова).

## **Лекція 28**

### **ТИПИ ТВАРИННИЦЬКИХ ПІДПРИЄМСТВ ТА ЇХ ОБЛАДНАННЯ**

- 28.1. Класифікація та основні типорозміри тваринницьких підприємств.**
- 28.2. Вимоги до забудови тваринницьких ферм.**
- 28.3. Системи та способи утримання тварин і птиці.**
- 28.4. Обладнання для утримання великої рогатої худоби.**
- 28.5. Обладнання для утримання свиней.**

## 28.1. Класифікація та основні типорозміри тваринницьких підприємств

Вирішити проблему забезпечення населення продуктами харчування тваринного походження можна інтенсифікацією галузей тваринництва. Досягти цього можна, використовуючи високопродуктивні породи тварин і птиці, забезпечити для них фізіологічно комфортні умови утримання та інтенсивного вирощування молодняка з повноцінним кормовиробництвом, годівлею, механізацією та автоматизацію технологічних процесів.

Виробництво тваринницької продукції здійснюється на спеціалізованих тваринницьких підприємствах: **фермах, комплексах, фермерських та приватних господарствах.**

Основною формою організації тваринництва є **ферми**. Вибираючи найприйнятніший розмір ферми для конкретних умов господарства, враховують рівень інтенсифікації кормовиробництва; можливість її забезпечення всіма необхідними ресурсами (тваринами, кормами, водою, відповідними кадрами); прийняту технологію, включаючи способи й системи утримання тварин, тип годівлі; організацію ритмічного і неперервно-потокowego виробництва; способи видалення та утилізації гною; розміри і структуру сільськогосподарських угідь та інші фактори.

**Тваринницька ферма** – підрозділ сільськогосподарського підприємства. З розвитком спеціалізації і концентрації створюють великі ферми промислового типу, які за технічним рівнем наближаються до тваринницьких комплексів.

**Тваринницький комплекс** – сільськогосподарське виробниче підприємство, призначене для рівномірного цілорічного виробництва високоякісної тваринницької продукції на основі застосування промислової технології, наукової організації праці, високого рівня концентрації й спеціалізації виробництва на базі комплексної механізації, електрифікації, автоматизації, потокової організації технологічних процесів.

Тваринницькі ферми і комплекси різняться розмірами, технологією виробництва продукції, будівельними вирішеннями.

Тваринницькі підприємства поділяють за **цільовим призначенням** на **племінні, репродуктивні й товарні**. **Племінні** підприємства займаються покращенням існуючих та виведенням нових порід тварин. **Репродуктивні** здійснюють розмноження високопродуктивного поголів'я для забезпечення ним товарних підприємств. **Товарні** підприємства призначені для виробництва продукції тваринництва, з метою забезпечення населення продуктами харчування, а промисловість – сировиною.

Тваринницькі ферми та комплекси **залежно від виду тварин**, що утримуються, поділяють на підприємства **великої рогатої худоби** (ВРХ або скотарські), **свинарські, вівчарські, птахівничі, звірівницькі** та ін.

Товарні тваринницькі підприємства спеціалізуються за видом продукції: для виробництва молока, м'яса, яєць, вовни, хутра тощо.

Спеціалізація може бути **зональна, галузева і внутрішньогалузева.**

**Зональна спеціалізація визначає виробничий напрям цілої зони** (Полісся, Лісостеп, Степ).

**Галузева спеціалізація визначає виробничий напрям господарства** або окремих його галузей, що виробляють певний вид продукції (птахофабрики, свинарські, вівчарські ферми).

**Внутрішньогалузева спеціалізація – це розподіл праці за окремими виробничими процесами** (наприклад, у скотарстві – виробництво молока і м'яса, вирощування племінного молодняка; у свинарстві – вирощування поросят і відгодівля свиней; у птахівництві – вирощування курчат на м'ясо та виробництво яєць і т.п.). Може також бути внутрішньогосподарська та міжгосподарська спеціалізація.

**Ферми великої рогатої худоби (ВРХ)** залежно від напрямку виробництва (спеціалізації) поділяють на:

- **молочно-м'ясні** із закінченим оборотом стада, на яких утримують корів, ремонтний і відгодівельний молодняк;

- **молочні**, на яких утримують корів і молодняк до 6-місячного віку та ремонтний молодняк віком понад 6 місяців. Молодняк, призначений для відгодівлі та реалізації на м'ясо, передають іншим фермам (бригадам) свого господарства або в спеціалізовані господарства;

- **молочні спеціалізовані**, на яких утримують корів, ремонтний молодняк та молодняк до 15...20-денного віку, який потім передають іншим фермам свого або спеціалізованого господарства;

- **вирощування молодняка** від 15...20-денного до 12...15-місячного віку, призначеного для відгодівлі та реалізації на м'ясо;

- **вирощування молодняка** на м'ясо та відгодівля від 6 до 12...15-місячного віку або вирощування та відгодівля молодняка від 6 до 16...18-місячного віку;

- **відгодівля молодняка** віком понад 12...15 місяців і вибракуваної на м'ясо дорослої худоби.

Для організації виробництва на основі застосування сучасної технології та раціонального використання існуючої техніки розміри ферм повинні бути оптимальними (табл. 28.1).

Спорудження тваринницьких будівель – комплексів і ферм проводять за типовими проектами, в яких враховують встановлення обладнання, прийняте до серійного виробництва.

**Свинарські ферми** поділяють на: **племінні, репродуктивні й товарні.** Завдання перших – удосконалювати існуючі та створювати нові породи свиней, вирощувати племінний молодняк для постачання його

товарним фермам. Племінні ферми будують на 100...200 свиноматок.

Таблиця 28.1

### Номенклатура та розміри ферм і комплексів ВРХ

Типи підприємств		Розміри ферм та комплексів	
		Товарних	Племінних
Для виробництва молока, голів:	з прив'язним утриманням	400, 600*, 800, 1200	400, 600*, 800
	з безприв'язним утриманням	400, 600*, 800, 1200	400, 600*, 800
Для вирощування ремонтних телиць, скотомісць:	з 20 днів до 6...7 місяців тільності	1200**, 3000, 6000	1000, 2000
	з 4...6 місяців до 6...7-місячної тільності	900*, 2000, 4500	1000, 2000
Репродукторні та м'ясні з повним оборотом стада, голів		600, 800, 1200, 1600	400, 600, 800
Для виробництва яловичини, скотомісць:	з 20 днів до 13...18 місяців	3000, 6000, 1200	400, 600, 800
	вирощування молодняка	2500, 5000, 10000	
	дорощування	2000, 4000, 8000	
	відгодівля	3000, 6000, 1200	
Дорощування та відгодівля молодняка з 4...6 до 16...18 місяців, скотомісць		3000, 6000, 1200	
Відгодівля дорослої худоби, скотомісць		1000, 3000, 5000	
Відгодівельні майданчики, голів		10000	
*Рекомендується при реконструкції та розширенні ферм.			
**Рекомендується при введенні внутрішньогосподарської спеціалізації.			

**Товарні свиноферми** призначенні для відтворення й відгодівлі свиней. Залежно від обсягу виробництва свинини організовують спеціалізовані *товарні маточні* й *відгодівельні* ферми. На маточних, крім утримання свиноматок і кнурів, вирощують молодняк до чотиримісячного віку і ремонтний молодняк. Розмір товарної маточної ферми для основних зон рекомендують від 100 до 400, в поліських і прикарпатських районах – на 100...200 основних свиноматок. Відгодівельні ферми створюють на 2...5 тис. голів, спеціалізовані – на 10...20 тис. свиней. Спеціалізовані отримують молодняк для відгодівлі від маточних ферм. На таких фермах молодняк відгодовують протягом 4...6 місяців. Це залежить від вимог до типу відгодівлі (м'ясна, беконна, напівсальна чи сальна).

Оптимальні розміри свиноферм наведені у табл. 28.2.

Таблиця 28.2

**Номенклатура та розміри свиноферм і комплексів**

Тип підприємства		Розміри
Племінні, основних свиноматок		200, 300, 600
Репродуктивні, тис. голів на рік		6, 12, 24
Товарні, тис. голів на рік	відгодівельні	12, 24
	із закінченим виробничим циклом	6, 12, 24, 27, 54, 108

**У свинарстві оптимальною є потокова технологія, що базується на принципі спеціалізації утримання й обслуговування окремих виробничих груп поголів'я тварин, які потребують різних умов годівлі, догляду, від чого залежить і різний рівень затрат праці. Відповідно до цієї технології утримання споруджують окремі приміщення для відпочинку, поїдання кормів, дефекації, а також вигулювальні площадки.**

Доцільним є будівництво спеціалізованих ферм і комплексів з відтворення та відгодівлі свиней, розмір яких може бути від 6 до 108 тис. голів на рік. Кожен великий комплекс має **репродуктивну ферму і комбікормовий цех або завод.**

**У вівчарстві на фермах і комплексах утримують і вирощують овець для отримання вовни, каракулевих смушок, м'яса, овчини, молока тощо. Розміри підприємств залежать від напрямку виробництва та породи овець і наведені у табл. 28.2 (детальніше про вівчарство див. лекцію 26).**

Таблиця 28.3

**Номенклатура та розміри вівцеферм і комплексів**

Типи підприємств	Розміри та напрямки виробництва		
	Тонкорунне та напівтонкорунне	Шубне та м'ясо-вовняно-молочне	Каракульське та м'ясо-сальне
Спеціалізовані маточні, голів	3000	500	3000
Ремонтного молодняка, скотомісць	3000, 6000, 9000	1000, 2000, 3000	3000, 6000, 9000
Відгодівельні, скотомісць	5000, 10000, 20000	2000, 4000, 10000	5000, 10000, 20000



**Птахівництво** зосереджене на спеціалізованих птахофабриках, сільських підприємствах і птахофермах. Сучасне птахівництво на індустріальній основі – технологічно та технічно найбільш розвинена галузь тваринництва.

**Птахофабрики** – це великі вузькоспеціалізовані підприємства промислового типу, розраховані на утримання від 50 тис. до 1 млн. курей-несучок або на відгодівлю від 25 тис. до 10 млн. курчат-бройлерів на рік. Спеціалізовані сільгосппідприємства мають менший обсяг виробництва (до 200 тис. курей-несучок або до 500 тис. бройлерів на рік). Ще менші за розміром спеціалізовані птахоферми середніх сільгосппідприємств (16, 20, 50 тис. курей-несучок або 500 тис. бройлерів на рік). Птахоферми використовують місцеві корми і не розраховані на повний (закінчений) цикл виробництва (детальніше про птахівництво див. лекцію 27).

Для підсобних господарств, фермерів чи інших малих колективів розробляють проекти ферм, розміри яких обумовлені окремим завданням.

## **28.2. Вимоги до забудови тваринницьких ферм**

Будівництво тваринницьких приміщень здійснюють за типовими проектами. Спершу розробляють проекти окремих приміщень, а потім проектують ферми оптимальних розмірів з комплексом основних і допоміжних приміщень, пов'язаних з утриманням тварин (кормоцех, доїльно-кормові приміщення, силосо- і гноєсховища, зовнішні комунікації, мережі доріг тощо).

Генеральний план кожної ферми повинен забезпечувати компактність забудови всієї ділянки, найекономічніше виконання виробничих процесів, ефективне використання засобів механізації та забезпечення нормальних санітарно-гігієнічних умов на фермі.

**Тваринницька ферма** – це виробнича ділянка підприємства сільськогосподарського типу з комплексом будівель, споруд та засобів механізації, призначених для утримання й обслуговування тварин.

**Сучасна тваринницька ферма** – це складний виробничий комплекс, від правильного планування й організації якого значно залежить економічність будівництва та експлуатації, собівартість тваринницької продукції.

**Основний тип приміщень для худоби** – будівлі каркасного типу зі збірних залізобетонних уніфікованих виробів і деталей заводського виготовлення.

**Правила вибору ділянки для будівництва тваринницької ферми:**

- ділянка має бути в сухому незатоплюваному місці з природним ухилом для стоку поверхневих вод і зручними під'їзними шляхами;

- відстань ділянки від населених пунктів має бути не менше 500м;
- ферми повинні прилягати до масивів з кормовими сівозмінами або природними кормовими угіддями;
- ферми потрібно розташовувати поблизу енергоджерел і природних водойм, щоб забезпечити надійне водо- і енергопостачання при найменших затратах праці й коштів;
- рівень ґрунтових вод повинен бути на глибині не менше 2...2,5м;
- транспортні й технологічні зв'язки між тваринницькими приміщеннями, пасовищами і водопоями на виробничій ділянці не повинні перетинатися із залізничними коліями, автострадами та шляхами загального користування;
- ділянку для тваринницької ферми необхідно вибрати з урахуванням захисту тварин від переважаючих вітрів. У районах з розрахунковою температурою зовнішнього повітря  $-20^{\circ}\text{C}$  і нижче тваринницькі приміщення розташовують поздовжніми осями з півночі на південь, в інших випадках – зі сходу на захід;
- якщо на фермі ВРХ основні й допоміжні тваринницькі приміщення не зблоковані, то санітарні й зооветеринарні розриви між корівниками, родильним відділенням і телятниками повинні становити не менше 30м; гноєсховища влаштовувати на відстані 50...100м від цих приміщень;
- ветеринарні будівлі розміщувати за межами ферми і обсаджувати деревами; для видалення атмосферних вод на вигулювальних майданчиках і кормових площадках влаштовувати відвідні мережі у вигляді канав, кюветів і закритих водостоків, які спрямовувати у сечозбірники;
- територію ферми необхідно загородити, обсадити живоплотом і деревами листяних порід. Цим забезпечаться санітарні вимоги, покращаться протипожежні заходи і захист від снігових заносів.

Приклад приміщення каркасного типу зі збірних залізобетонних виробів – безгорищний чотирирядний корівник на 200 голів для стійлового утримання зображено на рис. 28.1. Його рекомендують для будівництва у несеєсмічних районах з розрахунковою зимовою температурою зовнішнього повітря  $-20^{\circ}\text{C}$  і вагою снігового покриву не більше  $70\text{кг/м}^2$ .

**При потоковій технології утримання ВРХ незалежно від розміру ферми обов'язково обладнують такі приміщення:** корівник з боксами (або глибокою підстилкою) для відпочинку тварин; кормово-доїльне приміщення, в яке тварини заходять за зміщеним графіком, поїдають суміші кормів і в цей час їх доять; родильне відділення з профілакторієм для телят; вигулювальні площадки з твердим покриттям; пункт штучного осіменіння та інші приміщення для санітарно-ветеринарного обслуговування худоби. Схема типового корівника зображена на рис. 28.2.

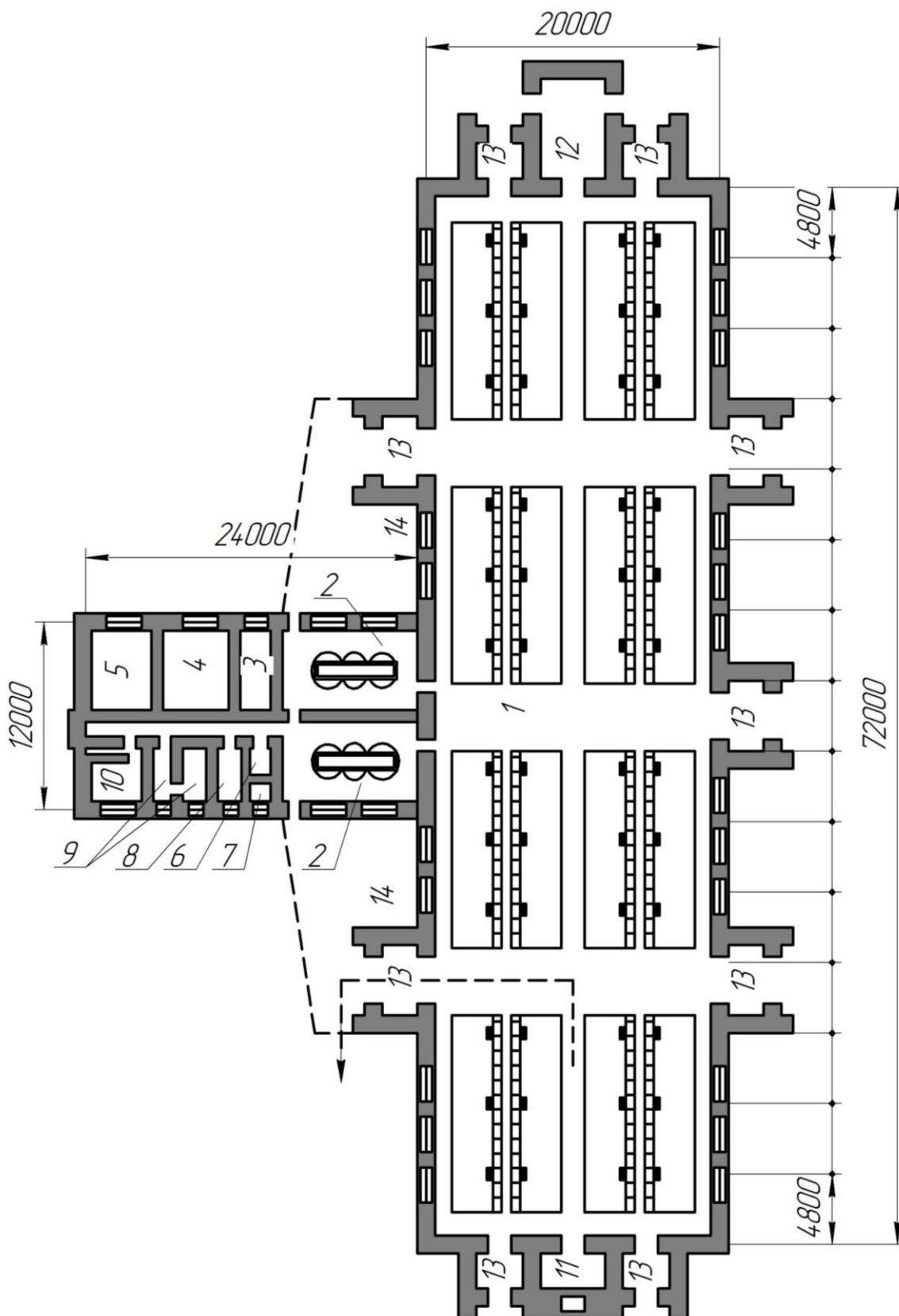


Рисунок 28.1. План типового корівника на 200 голів стійлового (прив'язного) утримання :

- 1 – стійлове приміщення; 2 – доїльні майданчики; 3 – мийна; 4 – молочний блок;  
 5 – машинне відділення; 6 – приміщення для концкормів; 7 – вакуум-насосна;  
 8 – лабораторія; 9 – приміщення для персоналу з душовою; 10 – котельня; 11 – інвентарна;  
 12 – приміщення для вивантажування гною; 13 – тамбури; 14 – переддоїльна площадка

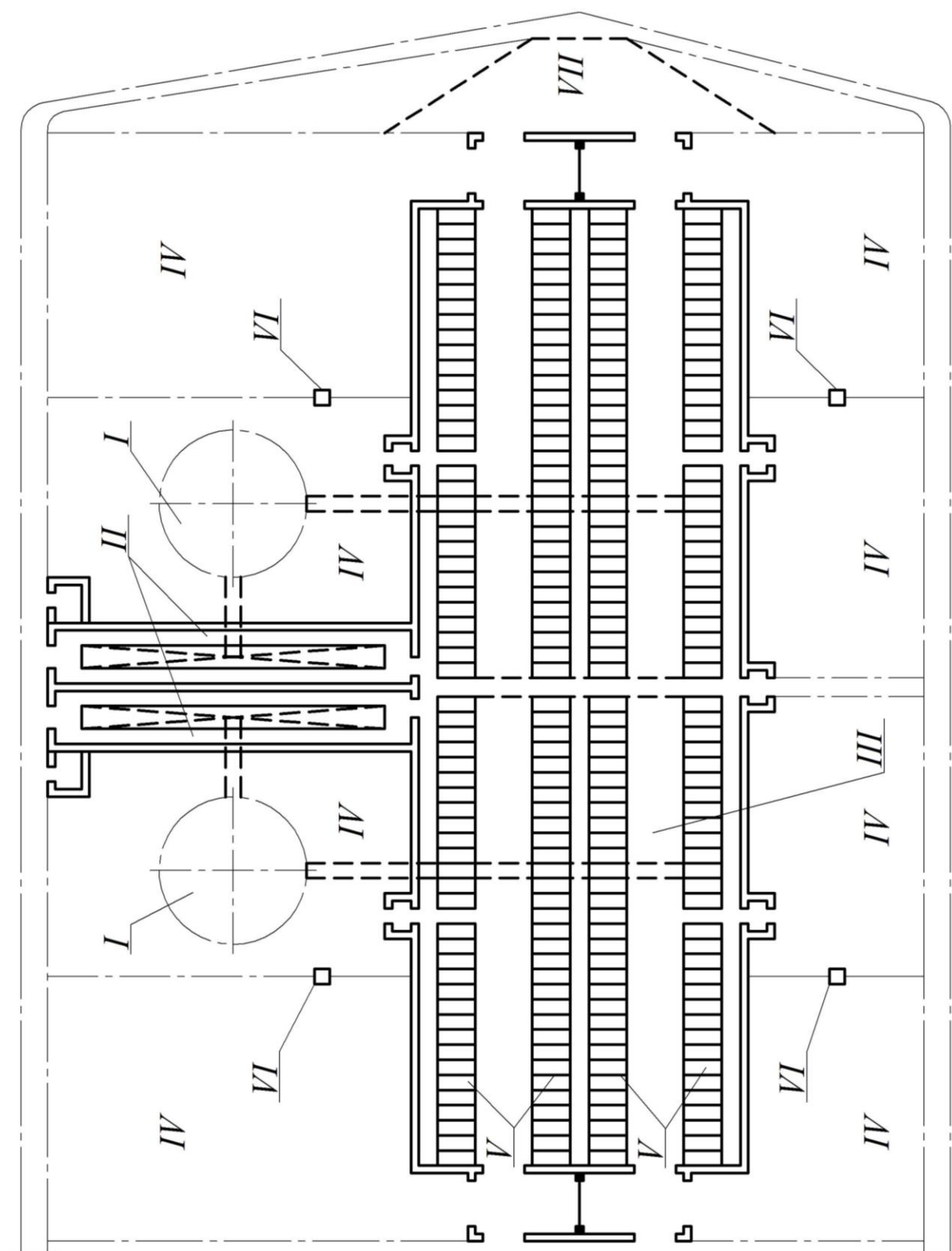


Рисунок 28.2. Схема обладнання типового чотирирядного корівника для потокової системи (безприв'язного) утримання корів:

*I* – сечозбірники; *II* – групові станки доїльно-кормового приміщення; *III* – приміщення з боксами для відпочинку тварин; *IV* – вигулювальні площадки; *V* – бокси; *VI* – групові автонапувалки з електропідігріванням; *VII* – естакада для вивантажування гною в транспортні засоби

**При будівництві свинарських ферм** та ферм для інших видів тварин і птиці використовують типові проекти, дотримуючись таких же вимог до вибору ділянок для забудови, як і для ферм ВРХ. Особливо важливо, щоб приміщення для утримання були теплими взимку, прохолодними влітку, світлими і сухими. Найгірше впливає на здоров'я тварин (особливо свиней) сирість, тому при спорудженні свинарників для всіх груп свиней біля зовнішніх дверей обов'язково будують тамбури.

### **28.3. Системи та способи утримання тварин і птиці**

**Системи утримання ВРХ.** Відповідно до природно-економічних і організаційно-господарських умов застосовують **стійлову, стійлово-пасовищну, стійлово-табірну, табірно-пасовищну і потоково-цехову системи.**

**При стійловій системі утримання** тварини протягом року перебувають у приміщеннях і на вигулювальних майданчиках ферми (не менше 2...4 годин на день). Вигулювання (моціон) практикують на спеціально обладнаних майданчиках або доріжках довжиною 1,5...2км і шириною 8...10м. Тварин годують заготовленими кормами з годівниць, якими обладнані приміщення і вигулювальні майданчики. Таку систему утримання застосовують господарства, які не мають природних випасів.

**Стійлово-пасовищну систему утримання** застосовують господарства, що мають пасовища. У літній період тварини перебувають у приміщеннях і на природних або культурних пасовищах; в зимовий – у приміщеннях і на вигулювальних майданчиках. Максимальна відстань до найдальших пасовищ не повинна перевищувати 3км. Залежно від продуктивності на одну корову потрібно 0,2...0,3га культурних пасовищ або 0,5...1,0га природних. Оскільки в другій половині літа продуктивність пасовищ знижується, то для повноцінної годівлі необхідно здійснювати вирощування зелених кормів на спеціально відведених посівних площах.

**При стійлово-табірній системі утримання** в літній період тварин переводять із приміщень у табори біля кормових угідь. У таборах споруджують легкі будівлі, необхідні для утримання й догляду за тваринами й забезпечення виробничих процесів. Під час перебування тварин у таборах в основних приміщеннях проводять дезінфекцію і ремонт. Вимоги до годівлі такі ж, як і при стійлово-пасовищному.

**При потоково-цеховій системі** корів утримують в окремих цехах відповідно до визначеного фізіологічного стану: сухостою, отелення, роздоювання, запліднення та виробництва молока. Таку систему застосовують у великих господарствах з урахуванням способу утримання кожної групи тварин: сухостійні – без прив'язі; у цеху отелення – прив'яз-

не без вигулювання; роздоювання та запліднення – прив'язне з вигулюванням; у цеху виробництва молока – прив'язне з вигулюванням (випасом) або без прив'язі. У міру зміни фізіологічного стану тварин переводять в іншу групу.

**Способи утримання ВРХ.** Залежно від умов на фермах практикують **прив'язне, безприв'язне і комбіноване** утримання. **Прив'язне утримання** – закріплення кожної тварини за відповідним скотомісцем прив'язуванням (фіксацією). Скотомісце (стійло) обладнано годівницею, напувалкою, засобами для видалення гною, догляду за тваринами і доїння (для корів). Розраховане на індивідуальне обслуговування кожної тварини. Один робітник обслуговує 10...15 тварин. **Переваги:** індивідуальний догляд за тваринами, спостереження за їх фізіологічним станом і здоров'ям, нормована годівля, добре роздоювання корів. **Недоліки:** значні витрати праці та енергоресурсів на роздавання кормів, організацію вигулювання (моціону); мала кількість тварин, закріплених за одним робітником; висока вартість продукції.

**Безприв'язне утримання** може бути **вільно-вигулювальним і боксовим**. **Вільно-вигулювальне** – це утримання на глибокій підстилці, що не змінюється протягом 6...12 місяців, з доїнням на доїльних площадках типу «Ялинка», «Тандем» та ін.; годівля на вигулювальних площадках грубими кормами під навісами і силосом та іншими соковитими кормами з годівниць. Застосовують таке утримання при виробництві м'яса і молока. **Переваги:** приміщення для утримання просторі, без обладнання, що дає можливість розмістити в них у 1,5 раза більше тварин, ніж при прив'язному. Приміщення поділяють на секції для кожної групи тварин з розрахунку по 30...60 голів. Тварин підбирають з однаковим фізіологічно продуктивним рівнем. З приміщення тварини вільно виходять на вигулювальні майданчики з твердим покриттям. Вони обладнані годівницями для соковитих кормів, годівницями-навісами для грубих кормів, груповими автонапувалками з електропідігріванням у зимовий період. Тварини мають вільний доступ до кормів, тому їхній запас повинен бути достатнім. **Недоліки:** має місце зайве турбування тварин (в копильнику, під час доїння на доїльній площадці й при згодовуванні кормів з годівниць на вигулювальних площадках), що негативно відображається на їх продуктивності; сильніші тварини вибирають кращий корм, збільшуються витрати кормів і підстилкового матеріалу (для забезпечення санітарно-гігієнічних умов у корівниках на 1 голову потрібно 8...10кг підстилки на добу), тварини травмуються, взимку соковиті корми на вигулювальних площадках замерзають.

При **боксовому** утриманні кожна тварина має окремий бокс для відпочинку. Доїння й годівлю соковитими та концкормами здійснюють в

окремому кормово-доїльному приміщенні. Грубі корми згодовують на вигулювальних площадках під навісами (**потокова технологія**).

**Боксове утримання** не має недоліків, характерних для вільно-вигулювального на глибокій підстилці. **Переваги:** бокси обладнані рядами стійл у приміщенні. Кожен бокс відгороджений дерев'яними або металевими перегородками. Розміри боксу такі, що б у ньому вмістилася одна тварина. Підлога в боксах дерев'яна або залізобетонна. Тварину в боксі не турбують інші тварини. Якщо бокси обладнані годівницями, то можна застосовувати нормовану годівлю.

На молочних фермах із безприв'язним утриманням корів доять у доїльних залах, де їм згодовують концентровані корми. З вигулювальних майданчиків гній видаляють бульдозером.

**Потокова технологія утримання ВРХ** дозволяє досягти найменшої собівартості продукції й різко скоротити затрати праці на її виробництво. Покращується якість продукції, скорочуються до мінімуму розміри оборотних коштів і зменшується потреба у виробничих площах. Один працівник ферми може обслужити 35...40 корів замість 10...15 за прив'язного утримання. Важливим є групування корів, яке дозволяє диференціювати годівлю й утримання відповідно до продуктивності, фізіологічного стану та інших ознак. Залежно від розміру всього стада в одній групі може бути **70...100 тварин**.

**Переваги безприв'язного утримання тварин:** потреба в підстилці, енергоносіях, засобах механізації, різному обладнанні й затрати праці – нижчі. **Недоліки:** продуктивність тварин менша, витрати кормів більші.

**Комбінований спосіб утримання.** В осінньо-зимовий період тварин утримують на прив'язі, решту часу – у літніх таборах або на вигулювальних майданчиках, які розміщені безпосередньо біля ферми.

### **Системи і способи утримання свиней**

На свинарських фермах застосовують такі **системи** утримання: **вільно-вигулювальну, станково-вигулювальну і безвигулювальну (станкову)**. **Способи утримання – вигулювальний і безвигулювальний.**

**При вільно-вигулювальній системі** свині протягом дня через лази в стіні свинарника вільно виходять на вигулювальні майданчики з твердим покриттям. Таку систему використовують для ремонтного молодняка, поросят, яких відлучено від свиноматок і поросних свиноматок перших трьох місяців лактації. Вигули ділять на секції, щоб свині з кожного групового станка мали вільний вихід в окрему секцію. Площу їх беруть з розрахунку: для кнурів – 10, для маток – 5, молодняка 2...4-місячного віку – 1, відгодівельного поголів'я – 0,8...1м<sup>2</sup> на тварину. Дворики повинні мати нахил 3...4см на 1м у бік відвідних каналізаційних канав, які влаштовують поза загорожею двориків. Очищають їх 1...2 рази

на тиждень, а влітку, якщо там годують тварин, – щоденно.

**Станково-вигулювальну систему утримання** використовують для кнурів-плідників, поросних маток 3...4 місяців і підсисних маток із поросятами. Тварин випускають для вигулювання індивідуально або окремими групами.

**Станки у свинарниках-маточниках розміщують посередині приміщення, а кормово-гнойові проходи – біля стін.**

**Холостих і поросних свиноматок** утримують у свинарниках-маточниках по 25...30 голів; площа станка на одну матку –  $1,5...2\text{м}^2$ . Поросних маток за 10...15 днів до опоросу та підсисних утримують індивідуально або по 2...3 у станку. Площа станка для підсисних маток при індивідуальному утриманні –  $4...5$ , при груповому –  $2,5...3\text{м}^2$  на матку. На племінних фермах площа станків для всіх груп свиней має бути на 8...12% більша, ніж на товарних.

**Кнурів-плідників** утримують у приміщеннях для холостих і поросних маток у станках індивідуально або групами до 5 тварин у станку. Площа станка на одного кнура при індивідуальному утриманні  $6...7\text{м}^2$ , а при груповому –  $5\text{м}^2$ .

**Поросних свиноматок** розміщують групами по 10...12 голів. Площа підлоги на одну тварину складає  $1,9...2\text{м}^2$ . Утримання великими групами недоцільне. При заповненні станків підбирають свиноматок одного віку, однакової живої ваги і близьких за періодом поросності.

Взимку для поросних свиноматок необхідно організовувати щоденні активні вигулювання, а влітку випускати їх не менше ніж на 4...6 годин на відкриті майданчики або пасовища.

Підсисних свиноматок утримують у свинарниках-маточниках. Перед розміщенням тварин приміщення ремонтують, очищають і дезінфікують.

**Відгодівельне поголів'я** утримують у станках групами по 10...15 голів. Площу підлоги станка у середньому визначають з розрахунку  $0,8\text{м}^2$  на одну голову. У міру росту тварин їх переводять у станки більшої площі. Станки обладнані груповими годівницями і напувалками. Для видалення гною використовують щілинні підлоги, під якими встановлюють скребкові транспортери або застосовують гідрозмив. У літню пору відгодівельне поголів'я доцільно утримувати на літніх відкритих майданчиках, обладнаних навісами.

Для відгодівельного молодняка з груповим утриманням по 50...100 голів в одному станку площа лігва повинна бути  $0,5...0,6\text{м}^2$ , кормово-гнойового проходу –  $0,15...0,20\text{м}^2$ .

У групах ремонтного молодняка, молодняка віком 2...4 місяці, свиней на відгодівлі тварини мають бути приблизно однієї ваги і віку.



**Системи утримання овець.** У вівчарстві застосовують **стійлово-табірну, пасовищно-стійлову, пасовищно-напівстійлову** системи утримання овець. Пасовищної системи в Україні не практикують через велику розораність земель.

Влітку овець цілодобово утримують на природних та сіяних пасовищах, а також використовують вигони, лісосмуги, балки, яри. При добре організованому **пасовищному** утриманні, правильному поєднанні використання штучних пасовищ із природними, вівці за літо набирають 77...80% річного приросту вовни.

Для **стійлово-табірного** утримання овець споруджують літні табори із вигульно-кормовими майданчиками, годівницями, коритами для води чи автонапувалками. При такому утриманні тваринам згодовують свіжоскошену зелену масу і на 1,5...2 години виганяють їх на пасовище (для моціону).

За літо ремонтують і дезінфікують кошари, бази, годівниці та інше обладнання. Основними приміщеннями ферм є вівчарні з базами, сховища для кормів, пункт штучного запліднення, літні вигульно-кормові майданчики, ванна чи душова установка для профілактичного купання овець, стригальний пункт. Кошари повинні бути світлими, сухими, з вентиляцією, зручними для використання (детальніше див. лекцію 27).

Зимівля овець залежить від заготівлі доброякісних кормів у достатній кількості та правильного їх використання, умов утримання тварин, а також від правильної організації праці чабанів. Короткочасна незадовільна годівля позначається на якості вовни (утворюється «голодна тонина»). Взимку вівці якомога більше повинні перебувати на свіжому повітрі. Тривале утримання в кошарах, особливо тісних, призводить до погіршення їхнього здоров'я та якості вовни.

Важливим є забезпечення овець водою. При організації водопостачання ферм враховують те, що добова потреба води на дорослу вівцю становить 8...10, а для молодняка – 3...4л.

**Способи утримання птиці.** У птахівництві застосовують такі способи вирощування та утримання птиці: **підлоговий, клітковий і комбінований** (детальніше див. лекцію 27). При першому способі поголів'я розміщують на підлозі, у цьому разі для нього можна обладнати вигули. Підлогове утримання практикують на глибокій підстилці або решітчастій чи сітчастій підлозі.

При **клітковому утриманні птиця** знаходиться в кліткових батареях – агрегатах, що складаються з кліток, розміщених в один або кілька ярусів. У клітки садять по 10...60 курчат, що значно підвищує ефективність використання приміщень. Обмеження руху птиці при цьому дає змогу економити до 25% кормів.

**Комбінований спосіб** утримання застосовують здебільшого при вирощуванні курчат та індичат. Курчат до 1,5...2-місячного віку утримують у клітках, потім їх переводять в умови підлогового утримання (в акліматизатори чи літні табірні будиночки), що дає змогу їм багато рухатися і добре розвиватися. З початком яйцекладки птицю переводять у клітки або приміщення для дорослого поголів'я.

#### 28.4. Обладнання для утримання великої рогатої худоби

Основне обладнання для утримання ВРХ в корівниках – **стійла**. Їх тип залежить від способу утримання тварин. За **прив'язного утримання** тварин у типових корівниках стійла обладнують уздовж приміщення в два або чотири ряди (рис. 28.3). Кожна тварина має стійло, в якому її фіксують, або вона сама фіксується за допомогою відповідного обладнання. Сійла можуть бути **короткі** або **довгі** (рис. 28.4).

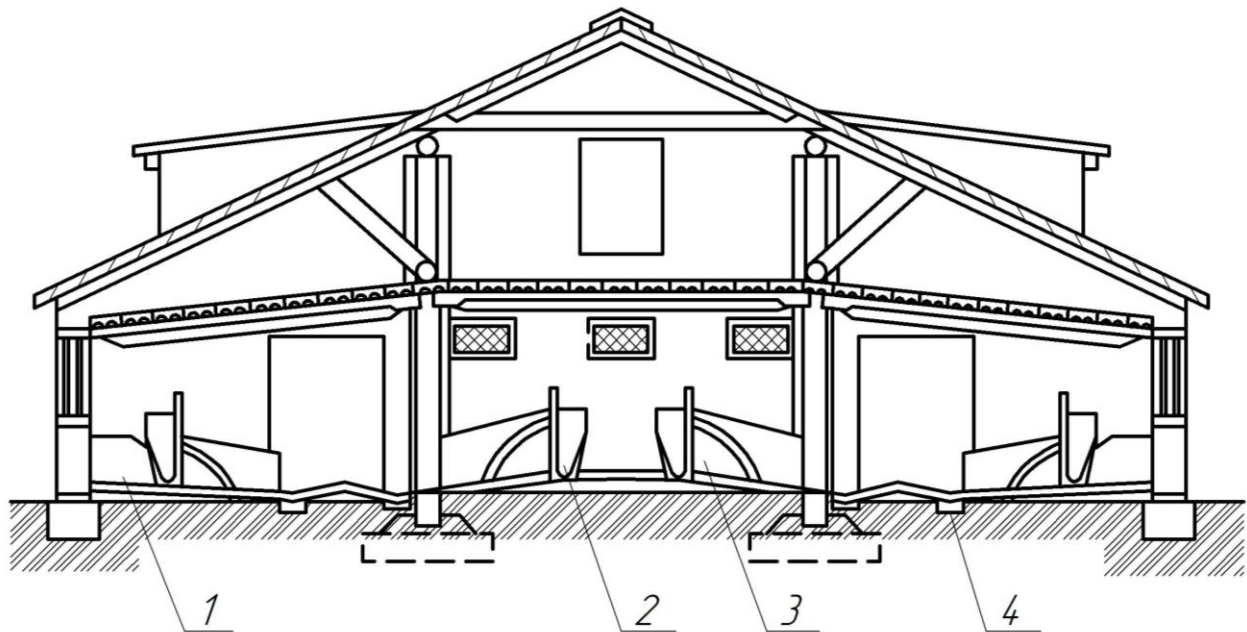


Рисунок 28.3. Схема приміщення для утримання корів на прив'язі:

1 – кормовий прохід; 2 – годівниця; 3 – стійло; 4 – гнійова канава

Кожне стійло обладнують годівницею, напувалкою та гнійовою канавою. Розміщують їх у приміщенні поздовжніми паралельними рядами. Розміри стійл залежать від групи та віку худоби, що утримується в даному приміщенні.

Важливе значення при утриманні худоби на прив'язі має конструкція прив'язі, яка повинна обмежувати поздовжні переміщення тварин, але не заважати їхньому відпочинку, споживанню корму та води.

**Прив'язі бувають: індивідуальні та групові; рамні, хомутові та ланцюгові; ручні, напівавтоматизовані й автоматизовані.**

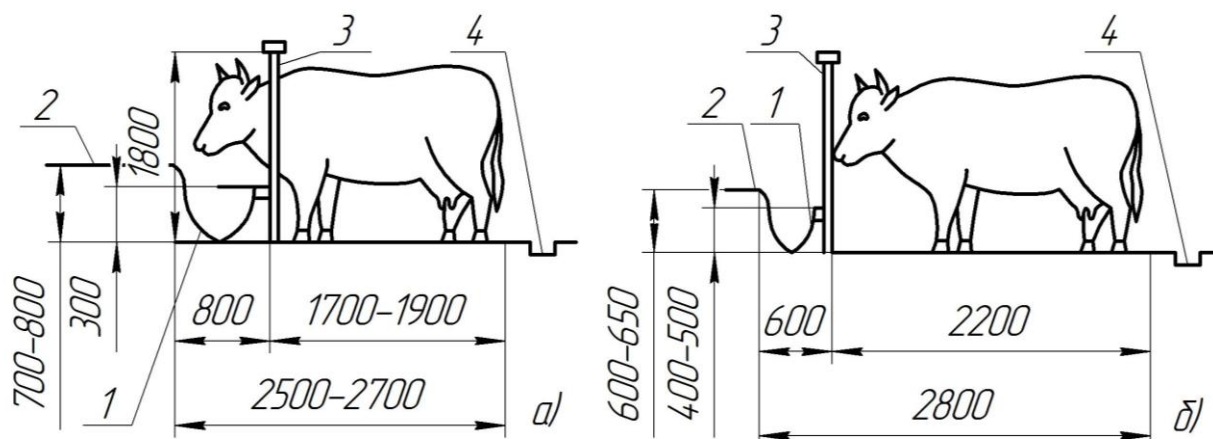


Рисунок 28.4. Схеми короткого (а) та довгого (б) стійл:

1 – годівниця; 2 – кормовий прохід; 3 – стійлова рама; 4 – гнойова канава

Обладнання стійлове ОСК-25 (рис. 28.5а) призначене для групового прив'язування та відв'язування корів. Воно складається з трубчастої рами з водопроводом для напування тварин, кронштейнів для кріплення вакуум- і молокопроводів, механізмів для групового та індивідуального прив'язування і відв'язування 25 корів.

Обладнання ОСК-25А (рис. 28.5б) на відміну від ОСК-25 дозволяє при відв'язуванні залишати окремих корів на прив'язі, а також відв'язувати окремих корів без розфіксації всієї групи.

Обладнання ОСК-Ф-27 забезпечує індивідуальне прив'язування, групове та індивідуальне відв'язування корів, кріплення молочних та вакуумних трубопроводів і підведення води. Порівняно з ОСК-25А дозволяє залишати будь-яку кількість тварин на прив'язі без додаткових ланцюгів при груповому відв'язуванні, має зручнішу й безпечнішу прив'язь тварин при їхньому підході до годівниці.

При **безприв'язному утриманні** корів значно скорочуються витрати праці на виробництво молока і м'яса завдяки ефективному використанню сучасних засобів механізації роздавання кормів, доїння та видалення гною. Тварин **цілорічно** утримують без прив'язі, вони вільно виходять на вигульовально-кормові майданчики, де є годівниці, автонапувалки та навіси для грубих кормів. На кожну корову в приміщенні має бути  $4,5 \dots 5 \text{ м}^2$  підлоги, а на вигульовально-кормовому майданчику – не менше  $10 \text{ м}^2$  площі з твердим покриттям: для ремонтних телиць –  $3 \dots 3,5$  і  $8 \dots 10 \text{ м}^2$  відповідно. Загальну довжину годівниць визначають із розрахунку на одну голову:  $0,7 \dots 0,8 \text{ м}$  на корову,  $0,7 \text{ м}$  – для нетелів та  $0,6 \text{ м}$  – для телят.

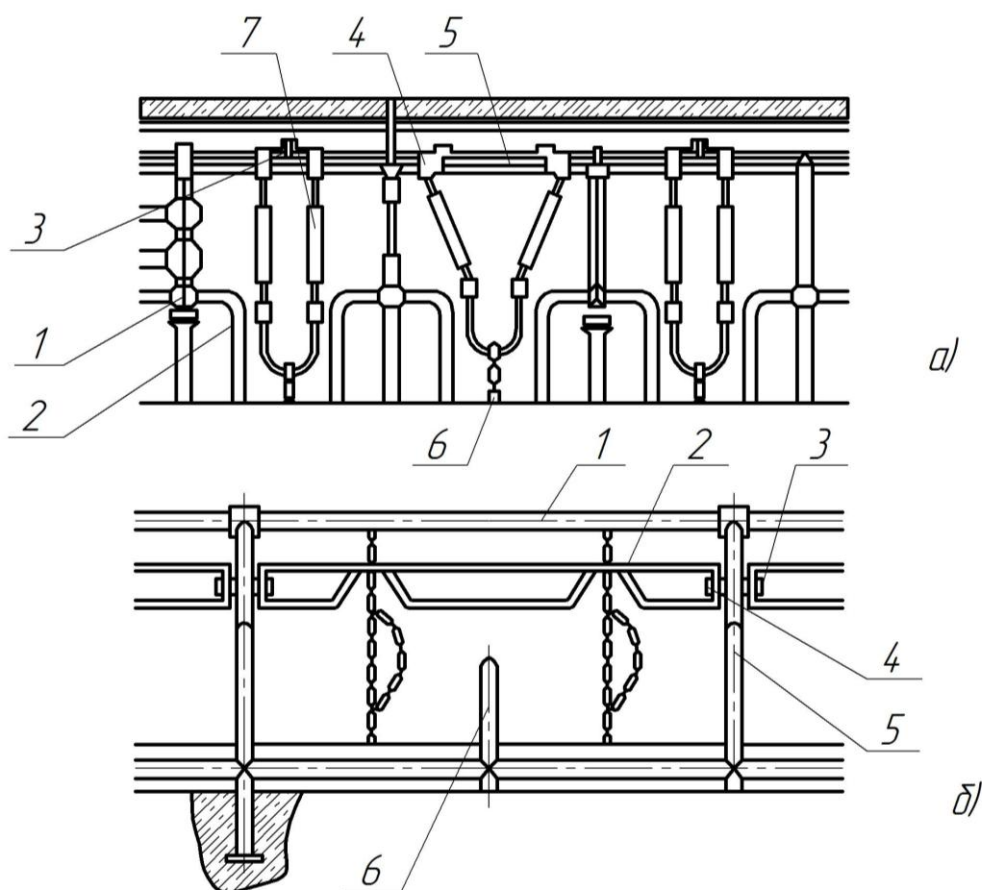


Рисунок 28.5. Стійлове обладнання для утримання корів на прив'язі:

*а* – групова жорстка прив'язь ОСК-25: 1 – автонапувалка; 2 – каркас; 3 – механізм прив'язування-відв'язування; 4 – кронштейн; 5 – привод прив'язі; 6 – обмежувальний ланцюг; 7 – шийна рама; *б* – групова ланцюгова прив'язь ОСК-25А: 1 – стійлова рама; 2 – обмежувач (на дві голови); 3 – кронштейн; 4 – регульовальна планка; 5, 6 – розподільник

Для безприв'язного утримання будують моноблочні багатопрольотні виробничі приміщення, що знижує вартість і зменшує площу забудови ферми. Такий корівник (рис. 28.6) має по чотири ряди боксів, напівбоксів та годівниць. Між годівницями є кормові проходи шириною 2,3м.

Для створення тваринам комфортних умов, крім основних боксів (рис. 28.7) для відпочинку, обладнують кормові напівбокси (рис. 28.8) перед годівницями. Проходи між ними призначені для видалення гною.

В усіх європейських країнах на молочних фермах (понад 95%) домінує безприв'язний спосіб утримання худоби. Для його впровадження використовують стандартний корівник, який за своїми розмірними характеристиками суттєво відрізняється від базового корівника в Україні. При його проектуванні за основу взяті не економічні показники (вартість одного місця для утримання худоби), а можливість максимального задоволення фізіологічних потреб тварин для реалізації їх генетичного потенціалу. Об'ємно-планувальні вирішення такого корівника забезпечують самообслуговування тварин, що значно знижує затрати праці на

виробництво молока. Корівник розрахований на 50...100 корів. Його ширина 26...33м (в Україні 10...24м), а довжина залежить від кількості поголів'я у господарстві. Утримання тварин безприв'язно-боксове. Приміщення корівника розділене на кілька функціональних зон: секції для утримання дійних і сухостійних корів, секції для молодняка різних вікових груп, секції для отелення корів; доїльний зал і молочне відділення.

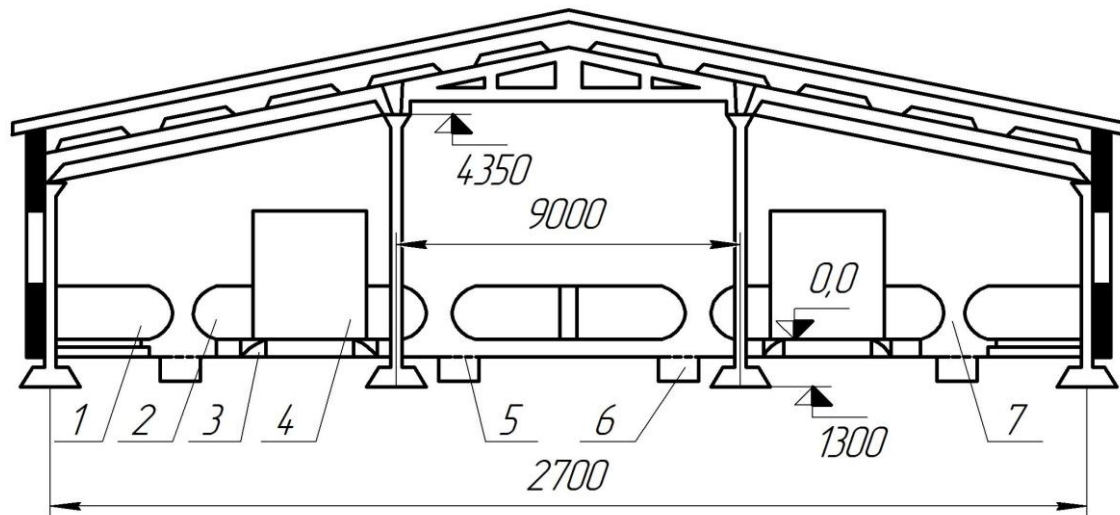


Рисунок 28.6. Схема розміщення технологічного обладнання у корівнику на 400 голів (боксове утримання):

1 – бокс для відпочинку; 2 – комбінований бокс; 3 – годівниця; 4 – кормовий прохід;  
5 – решітка; 6 – канал для видалення гною; 7 – гнойовий прохід

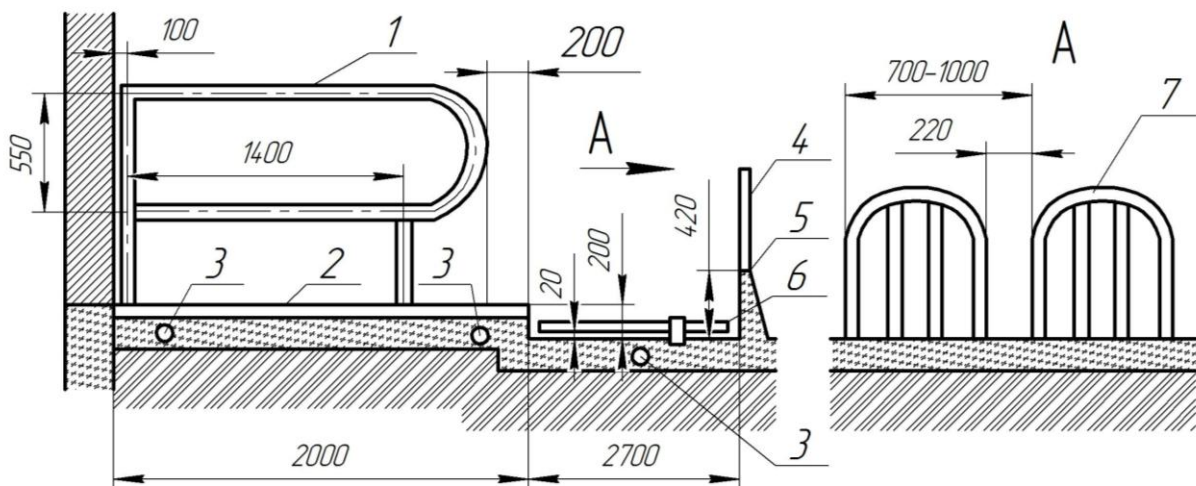


Рисунок 28.7. Обладнання для боксового утримання корів:

1 – бічний розподільник; 2 – підлога (дерев'яна або гумовий килимок); 3 – пристрій для вимірювання електричного потенціалу; 4 – фіксуєчий пристрій; 5 – годівниця;  
6 – скрепер для видалення гною; 7 – розподільник перед кормовим столом

Секції для утримання корів є найбільшою частиною приміщення. Вони обладнані боксами для відпочинку тварин, покритими гумовими килимками і щільною підлогою. Конструкція і розмірні параметри



елементів стійлового обладнання суттєво відрізняються від тих, що використовуються в Україні. Вони сприяють створенню комфортних умов утримання тварин, оскільки від цього залежить їх продуктивність. Прибирання гною у приміщенні відбувається притоптуванням його тваринами через щілинну підлогу. Технологічні параметри залізобетонної щілинної підлоги забезпечують її самоочищення і, що важливо, запобігають негативному впливові на стан кінцівок. Ширина планок підлоги 13см, а ширина щілин між ними – 4см. Під нею обладнані гноєзбиральні канали глибиною 1,8...2,5м.

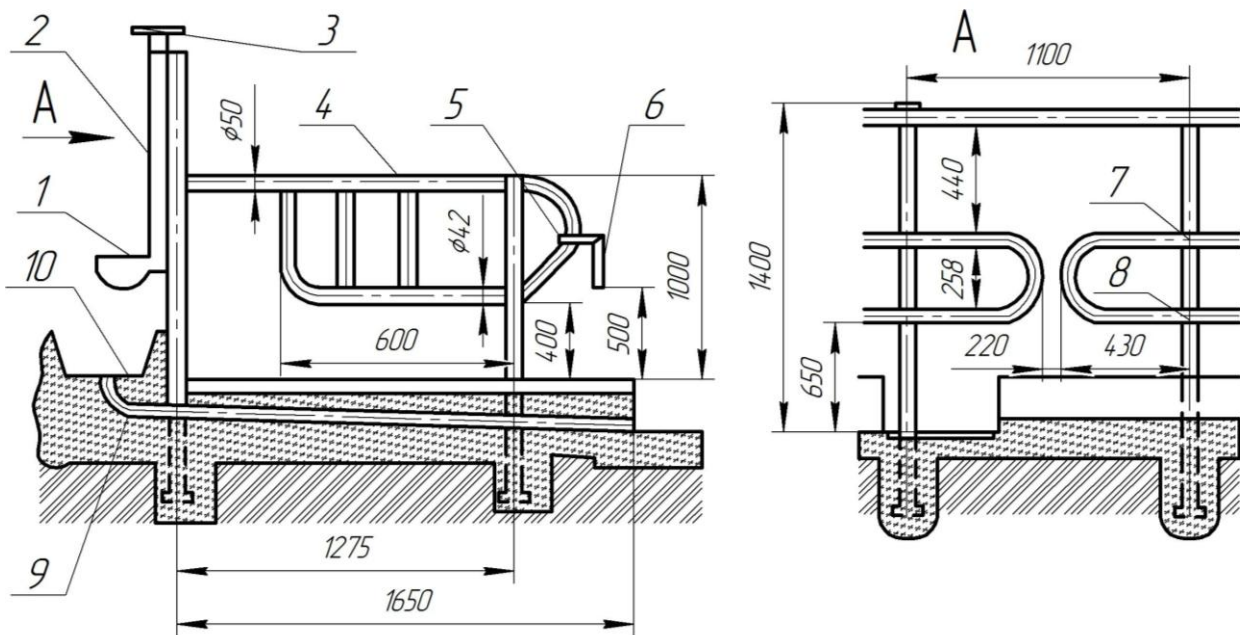


Рисунок 28.8. Обладнання комбінованого бокса для утримання корів:

1 – напувалка; 2 – водопровід; 3 – хомут; 4 – боковий розподільник; 5 – скоба;  
6 – капроновий канат; 7 – накладка; 8 – обмежувач до годівниці; 9 – труба для витікання води; 10 – годівниця

На фермах Європи відмовилися від використання годівниць, обслуговування яких потребує великих затрат праці, особливо на очищення їх від залишків корму. Для годівлі худоби об'ємними кормами використовують кормові столи шириною до 5м. **Кормовий стіл** – рівна поверхня із переднім обмежуючим бордюром уздовж лінії розміщення худоби. З обох боків кормового стола є решітки, які за необхідності забезпечують групову або індивідуальну фіксацію худоби. Використання їх зменшує негативні наслідки антагоністичних відносин між тваринами під час годівлі, а також дає змогу, за потреби, проводити ветеринарне обстеження й обробку тварин. Корми роздають, використовуючи спеціальні «фермерські комбайни». Конструкція їх забезпечує навантаження, дозування, додаткове подрібнення, змішування й роздавання необхідних за раціоном кормів. Використання однієї такої

універсальної машини виключає із технологічного процесу навантажувач, причіп, кормоцех і кормороздавач. Це зменшує у 2...3 рази трудомісткість і енергоємність приготування й роздавання кормів порівняно з технологією, яку використовують на вітчизняних фермах.

Кормовий стіл на молочних фермах Європи використовують як для згодовування кормів, так і для їх тимчасового накопичення за екстремальних погодних умов. У такий період корми у приміщення завозять один раз на 3...5 днів. Для зниження затрат праці при підгортанні кормів на кормовому столі використовують спеціально розроблене пристосування, яке агрегують з малогабаритним енергозасобом.

У країнах з розвиненим молочним скотарством концентровані корми кожна тварина отримує залежно від її молочної продуктивності. Для цього створено спеціальні ***кормові станції***, які об'єднані в єдину систему ідентифікації тварин, контролю їх молочної продуктивності та видавання кормів. Кожна така станція розрахована на технологічну групу корів і може встановлюватися безпосередньо у секції їх утримання.

***Характерні особливості технології виробництва молока*** у країнах з розвиненим молочним скотарством (на відміну від України):

- безприв'язна система утримання худоби усіх вікових груп;
- основна годівля тварин з кормового стола;
- згодовування концентрованих кормів з кормових станцій;
- доїння корів у доїльних залах на високопродуктивних установках типу «Ялинка», «Паралель», «Карусель»;
- використання роботизованих доїльних систем;
- сучасна система первинної обробки молока;
- використання сучасних технологій заготівлі й приготування кормів, роздавання їх із використанням фермерських кормових комбайнів;
- сучасна технологія видалення, переробки та утилізації гною;
- економна система забезпечення оптимального мікроклімату в приміщеннях;
- високий рівень селекційно-плеємної роботи;
- наявність автоматизованих систем керування технологічним процесом виробництва молока.

## **28.5. Обладнання для утримання свиней**

Для утримання свиней у господарствах і на промислових комплексах використовують **станкове обладнання**, конструкція якого залежить від віку тварин.

**Станки** — збірно-розбірна конструкція, виготовлена з труб та листового матеріалу з цинковим покриттям, обладнана годівницями,

напувалками і системою прибирання гною. Передня кромка годівниць регулюється по висоті, при очищенні їх перевертають у бік кормового проходу. Вода до напувалок подається трубчастими елементами конструкції станка, які закріплені в єдину систему. Станкове обладнання дозволяє використовувати такі системи прибирання гною: **механічну** – зі скребковими транспортерами, що встановлюються у задній частині станків з обладнаною щільною підлогою, та **гідравлічну** – самопливну або змивну.

Для **утримання свиноматок** застосовують станки ОСМ-120, ОСМ-60, ССД-2, СОС-Ф-35 та ін.

Станкове обладнання ОСМ-120 (рис. 28.9а) призначене для опоросу свиноматок і утримання їх із поросятами до 30-денного віку. Після відлучення поросят утримують у цих же станках до 90-денного віку. В середині станка є рухома перегородка, що дозволяє утворювати в ньому два бокси: для утримання свиноматки та поросят. Її переставляють залежно від фізіологічного стану свиноматки і віку поросят.

Основні недоліки такої конструкції станкового обладнання: суміщення зон годівлі та відпочинку поросят, конструкція не забезпечує двостороннього підходу поросят до свиноматки для годівлі.

Станки ССД-2 (рис. 28.9б) і ССД-2М – спарені двосекційні, призначені для опоросу й утримання двох свиноматок із поросятами. Завдяки об'єднанню фронту годівлі для двох суміжних рядів досягається економне використання площі свинарника.

Станок ССД-2 немає окремої зони для годівлі та напування свиноматки, тому займає меншу площу. Фіксація свиноматки зменшує ймовірність травмування і придушування поросят, а також зводить до мінімуму витрати праці на прибирання гною. Недолік станка ССД-2 в тому, що свиноматка фіксується на весь підсисний період і позбавлена моціону.

До комплекту станків для порослих свиноматок входить установка для опромінення та обігрівання поросят ИКУФ-ІМ, що складається з двох ламп: інфрачервоної – для обігрівання та ультрафіолетової – для опромінення. Під дією цих ламп підвищується збереження поросят і створюється диференційована температура для свиноматок і приплоду.

Станки ССД-2 і ССД-2М входять до комплекту обладнання ОСМ-ІМ, що вписується у типові приміщення свинарників шириною 6, 12, 18 і 24м. Це обладнання випускають у двох виконаннях: ОСМ-1М-2 – для 60 підсисних свиноматок та ОСМ-1М-4 – для 120 свиноматок.

Для **утримання відлучених поросят** застосовують групові станки КГО-Ф-10. Такий станок – це збірно-розбірна конструкція у вигляді окремих кліток з піднятою щільною підлогою. Складається із загорожі, рами, підлоги, перегородок, перемичок, самогодівниць, дверцят. Рама є



основою підлоги. Ширина щілин у підлозі (для видалення гною) – 13мм, суцільної частини – 33мм. Групова бункерна самогодівниця постійно підтримує рівень корму в міру його поїдання. Годують поросят сухими розсипними комбікормами, напувають з автонапувалок АС-Ф-25 або ПБП-1А. Станки КГО-Ф-10 використовують разом зі станками для опоросу свиноматок СОС-Ф-10.

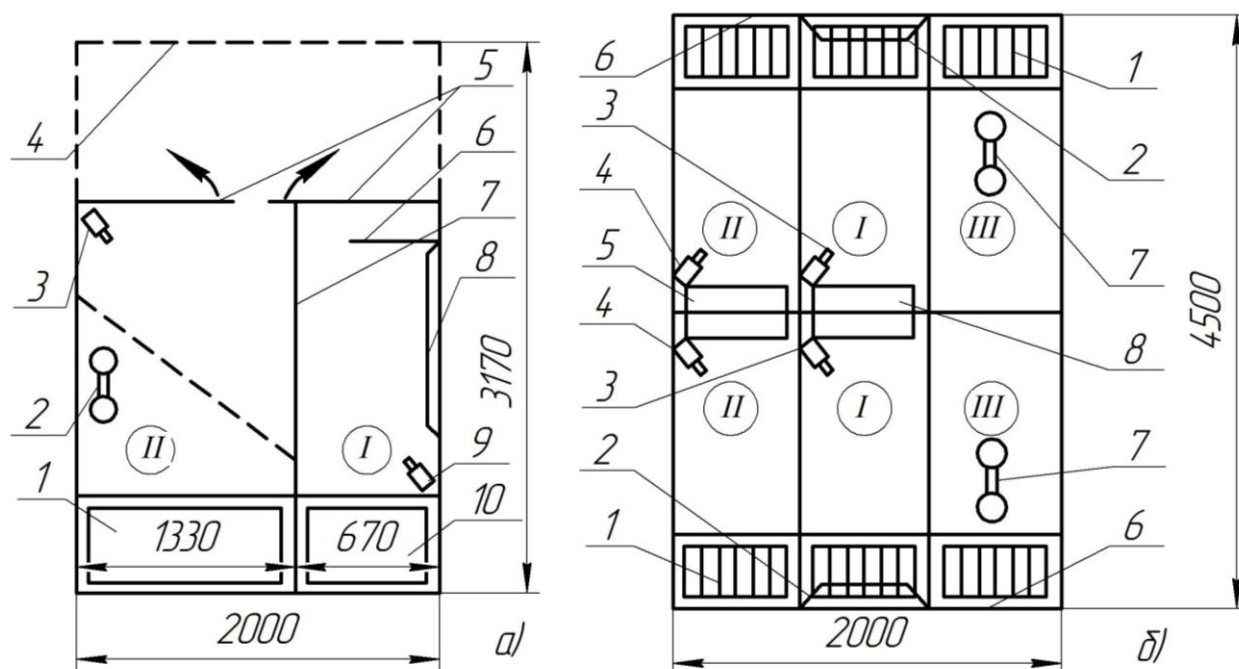


Рисунок 28.9. Схеми станків для утримання свиноматок з поросятами:

*а* – схема станка ОСМ-120: *I* – бокс для свиноматки; *II* – бокс для поросят; 1, 10 – годівниці відповідно для поросят і свиноматки; 2 – установка ИКУФ-1М; 3, 9 – автонапувалки відповідно для поросят і свиноматки; 4 – задня стінка; 5 – задні перегородки; 6 – обмежувальна задня перегородка; 7 – бокова перегородка; 8 – обмежувальна бокова дуга; *б* – схема станка ССД-2: *I* – бокс для свиноматки; *II* – бокс для годівлі поросят; *III* – бокс для відпочинку поросят; 1 – щілинна підлога; 2 – обмежувальна задня дуга; 3, 4 – автонапувалки для свиноматки і поросят відповідно; 5, 8 – годівниці для поросят і свиноматки відповідно; 6 – дверці; 7 – установка ИКУФ-1М

**Поросят на дорощуванні** утримують залежно від прийнятої технології групами по 8...10 або 20...25 голів у станках з площею підлоги 0,35...0,4м<sup>2</sup> на одну голову. Загорожа станків суцільна, висотою 0,8м, біля решітчастої частини підлоги – із металевих решіток. Годують поросят із групових годівниць. Фронт годівлі 20см на голову. Норми освітлення – такі ж самі, як і для підсисних поросят (75...100лк). У свинарниках для дорощування виділяють кілька станків (5% загальної кількості) для утримання слабких, відсталих у рості поросят (не більше 12 голів у станку).

**Відгодівельне поголів'я** утримують у спеціальних приміщеннях групами по 10...15 голів (але не більше 25) у станку з площею підлоги 0,8м<sup>2</sup> на голову. Загорожа станка висотою 1м – суцільна. Годують тварин з групових годівниць. Фронт годівлі – 0,3м на одну тварину.

## ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Белехов, І.П. Механізація і автоматизація тваринницьких ферм і комплексів [Текст] /І.П. Белехов, В.О. Лесников. – К.: Освіта, 1993. – 240с.
2. Болотнов, П.М. Механизация работ в овцеводстве [Текст] /П.М. Болотнов, С.В. Рыжов. – М.: Высшая школа, 1980.
3. Бузун, І.А. Потоківі технології виробництва молока [Текст] /І.А. Бузун. – К.: Урожай, 1989. – 192с.
4. Ведищев, С.М. Механизация доения коров: учебное пособие [Текст] /С.М. Ведищев. – Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2006. – 160с.
5. Зайцев, А.М. Микроклимат животноводческих комплексов [Текст] /А.М. Зайцев, В.И. Жильцов, А.В. Шавров. – М.: Агропромиздат, 1986. – 190с.
6. Кива, А.А. Машины и оборудование для птицеводства [Текст] /А.А. Кива, Ю.Н. Сухарев, В.М. Лукьянов. – Агропромиздат, 1987. – 238с.
7. Ковалев, Н.Г. Проектирование систем утилизации навоза на комплексах [Текст] /Н.Г. Ковалев, И.К. Глазков. – М.: Агропромиздат, 1989. – 160с.
8. Ковалев, Ю.Н. Аппараты молочных линий на фермах [Текст] /Ю.Н. Ковалев. – М.: Агропромиздат, 1985. – 271с.
9. Ковалев, Ю.Н. Молочное оборудование животноводческих ферм и комплексов: справочник [Текст] /Ю.Н. Ковалев. – М.: Россельхозиздат, 1987. – 367с.
10. Коваленко, В.П. Механизация обработки безподстилочного навоза [Текст] /В.П. Коваленко. – М.: Колос, 1984. – 159с.
11. Коротков, Б.Н. Вентиляция животноводческих помещений. [Текст] /Б.Н. Коротков. – М.: Агропромиздат, 1987. – 111с.
12. Краснокутский, Ю.В. Механизация первичной обработки молока [Текст] /Ю.В. Краснокутский. – М.: Агропромиздат, 1988. – 335с.
13. Куров, Ю.А. Механізація приготування кормів для птиці [Текст] /Ю.А. Куров, Г.П. Серий. – К.: Урожай, 1970. – 177с.
14. Курсове та дипломне проектування по механізації тваринницьких ферм [Текст] /І.Г. Бойко, В.І. Грідасов, А.І. Дзюба та ін.; за ред. О.В. Нанки. – Харків: НМЦ ХНТУСГ, 2003. – 356с.
15. Машины та обладнання для тваринництва: підручник [Текст] /О.А. Науменко, І.Г. Бойко, О.В. Нанка, В.М. Полупанов та ін.; за ред. І.Г. Бойка. – Том 1. – Харків: Видавництво ЧП «Черв'як», 2006. – 225с.
16. Машины та обладнання для тваринництва: підручник [Текст] /О.А. Науменко, І.Г. Бойко, В.І. Грідасов, А.І. Дзюба та ін.; за ред. І.Г. Бойка. – Том 2. – Харків: Видавництво ЧП «Черв'як», 2006. – 279с.
17. Мельников, С.В. Технологическое оборудование животноводческих ферм и комплексов.[Текст] /С.В. Мельников. – Л.: Агропромиздат, 1985. – 640с.
18. Механізація виробництва продукції тваринництва [Текст] /І.І. Ревенко, Г.М. Кукта, В.М. Манько, В.Д. Роговий, Б.І. Шабельник, В.М. Сиротюк, О.В. Дацишин.; за ред. Ревенка І.І. – К.: Урожай, 1994. – 264с.

19. Механизация и автоматизация молочных ферм [Текст] /В.А. Ясенецкий, Н.П. Мечта, Л.В. Погорелый, Л.М. Токарь, Л. Тот. – К.: Урожай, 1992. – 392с.
20. Механізація та автоматизація у тваринництві і птахівництві [Текст]; за ред. О.С. Марченка. – К.: Урожай, 1995.
21. Носов, М.С. Механізація робіт на тваринницьких фермах: навч. посібник [Текст] /пер. з рос. І.І. Гогоуля. – К.: Вища школа, 1994. – 367с.
22. Омельченко, О.О. Довідник з механізації тваринницьких і птахівничих ферм та комплексів [Текст] /О.О. Омельченко, В.Д. Ткач. – К.: Урожай, 1982. – 270с.
23. Практикум по машинах і обладнанню для тваринництва [Текст] /І.Г. Бойко, В.І. Грідасов, А.І. Дзюба та ін.; за ред. О.П. Скорика, О.І. Фісяченка. – Хакрів: НМЦ ХНТУСГ, 2004. – 275с.
24. Производство молока [Текст] /Дж. Кэмпбелл, Р.Т. Маршалл; пер. с англ. М.Н. Барабанщикова, В.Р. Зельнера, Д.В. Карликова, Е.Т. Конаплева; под ред. и с предисл. Н.В. Барабанщикова, А.П. Бегучева. – М.: Колос, 1980. – 670с.
25. Проектування технологій і технічних засобів для тваринництва [Текст] /О.А. Науменко, І.Г. Бойко, В.І. Грідасов, В.І. Дзюба та ін.; за ред. О.П. Скорика, В.М. Полупанова. – Харків: ХНТУСГ, 2009. – 429с.
26. Производство куриных яиц [Текст] /Ю.А. Рябоконь, И.И. Ивко, В.А. Мельник и др.; под. ред. Ю.А. Рябоконя. – Харьков: Эспада, 2005. – 304с.
27. Промышленное птицеводство [Текст] /Ф.Ф. Алексеев, М.А. Асриян, Н.Б. Бельченко и др. – М.: Агропромиздат, 1991. – 544с.
28. Райков, В.И. Планировка и застройка животноводческих ферм [Текст] /В.И. Райков. – К.: Урожай, 1989. – 220с.
29. Сиротюк, В.М. Механізація доїння корів [Текст] /В.М. Сиротюк. – Львів, 1996. – 98с.
30. Сиротюк, В.М. Машины та обладнання для тваринництва: навчальний посібник [Текст] /В.М. Сиротюк. – Львів: видавець В.М. Піча, 2004. – 200с.
31. Тенденции развития доильного оборудования за рубежом: ан. обзор [Текст] /Ю.А. Цой, Н.П. Мишуров, В.В. Кирсанов, А.И. Зеленцов. – М.: Росинформагротех, 2000. – 76с.
32. Теорія та розрахунок машин для тваринництва [Текст] /І.Г. Бойко, В.І. Грідасов, А.І. Дзюба та ін.; за ред. І.Г. Бойка. – Харків: НМЦ ХНТУСГ, 2002. – 216с.
33. Тришин, А.К. Энергосберегающая технология производства молока [Текст] /А.К. Тришин. – Харків: Прапор, 1997. – 191с.
34. Троянов, М.М. Механізація технологічних процесів у тваринництві [Текст] /М.М. Троянов. – Харків: Прапор, 1993. – 140с.
35. Хазанов, Е.Е. Реконструкция молочных ферм [Текст] /Е.Е. Хазанов. – Л.: Агропромиздат, Ленингр. отд-ние, 1988. – 256с.
36. Шпаков, Л.И. Водоснабжение, канализация и вентиляция на животноводческих фермах [Текст] /Л.И. Шпаков, В.В. Юнаш. – М.: Агропромиздат, 1987. – 218с.

**Тернопільський національний технічний університет  
імені Івана Пулюя**

**Кафедра технічної механіки, сільськогосподарських машин і  
транспортних технологій**

**Хомик Надія Ігорівна  
Довбуш Анатолій Дмитрович**

# **МАШИНИ ТА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ТВАРИННИЦТВА**

**КУРС ЛЕКЦІЙ  
Частина 2**

Редактор: Гриценко Єва Іванівна

Комп'ютерний набір: Хомик Надія, Рубінець Наталія

Графічне оформлення: Олендер Назар, Лукіша Дмитро, Хозін Сергій  
(щира подяка їм від авторів)

Папір офсетний. Гарнітура «Таймс». Умов.друк.арк.

Наклад 100прим.